
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Picart Casals, Sandra; Saña Seguí, Maria, dir.; Revelles, Jordi, dir. L'aplicació de les anàlisis pol·líniques a l'estudi de la dinàmica de rebliment de les estructures arqueològiques : l'exemple del fossat del bronze final del jaciment de la Dou (Sant Esteve d'en Bas, la Garrotxa). 2014. 85 pag. (811 Grau en Arqueologia)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/131600>

under the terms of the  license



TREBALL DE FI DE GRAU GRAU D'ARQUEOLOGIA 2014

**L'aplicació de les anàlisis pol·líniques a l'estudi de la
dinàmica de rebliment de les estructures
arqueològiques: l'exemple del fossat del bronze final
del jaciment de la Dou (Sant Esteve d'en Bas, la
Garrotxa)**

SANDRA PICART CASALS

Direcció:

MARIA SAÑA (Departament de Prehistòria, UAB)

JORDI REVELLES (Departament de Prehistòria, UAB)

Universitat Autònoma de Barcelona, 19 de juny de 2014

oldria agrair l'ajuda de Francesc Burjachs i Isabel Expósito de l'Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, d'Enriqueta Pons, ex-conservadora del Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, i sobretot de Maria Saña i de Jordi Revelles de la Universitat Autònoma de Barcelona, sense els quals la realització d'aquest treball no hauria estat possible.

ÍNDIX

1. Introducció, objectius i justificació.....	9
2. Definició de la problemàtica d'estudi i estat de la qüestió. Hipòtesis de treball.....	10
2.1. Recerca arqueològica a la comarca de la Garrotxa.....	10
2.1.1. Recerca arqueològica a la Vall d'en Bas.....	12
2.2. El jaciment arqueològic de la Dou.....	14
2.2.1. Les ocupacions de la Dou durant el neolític antic.....	17
2.2.2. Les estructures corresponents al bronze final.....	18
2.3.El bronze a la comarca de la Garrotxa.....	25
2.4. Els fossats durant el bronze final.....	26
2.4.1. Portal Vielh (Vendres, Hérault).....	28
2.4.2. Carsac (Carcassone, Aude).....	28
2.4.3. Mailhac (Mailhac, Aude).....	29
2.4.4. Cabezo de la Cruz (Saragossa).....	30
2.4.5. Carrassumada (Torres de Segre, Segrià).....	30
2.4.5. Vilars (Arbeca, les Garrigues).....	30
2.5. El fossat de la Dou i el potencial de les anàlisis pol·líniques per a l'estudi de la dinàmica d'ús i abandó.....	32
2.5.1. Recerca paleopalinològica a la vall d'en Bas i principals resultats obtinguts fins el moment.....	33
2.5.2. Recerca arqueopalinològica al jaciment de la Dou i de la Serra (Sant Esteve d'en Bas).....	34

2.5.3. Síntesis general dels resultats obtinguts a partir de les anàlisis pol·líniques a la vall d'en Bas per cronologies del bronze final.....	36
3. Metodologia.....	36
3.1. Les anàlisis pol·líniques com a mitjà per a l'estudi de la interacció societat-medi.....	37
3.2. Proposta metodològica aplicada.....	40
3.2.1. Mostreig.....	41
3.2.2. Tractament dels sediments.....	42
3.2.3. Comptatge pol·línic.....	46
3.2.4. Representació gràfica.....	46
4. Resultats.....	48
5. Discussió dels resultats.....	53
6. Conclusions.....	58
7. Annex.....	61
8. Índex de taules i figures.....	80
9. Bibliografia.....	83

ABSTRACT

The application of pollen analysis in archaeological sites can be used to address archaeological issues that can not be answered by other disciplines. In this paper the main aim is to assess the filling dynamics of a specific archaeological structure, unique in north-eastern Iberian Peninsula: the pit of la Dou dated in late bronze age.

Keywords: *pollen analysis, pit, late bronze age*

L'aplicació de les anàlisis pol·líniques a la recerca arqueològica pot ajudar a respondre problemàtiques que altres disciplines no poden respondre-ho. En aquest treball de recerca l'objectiu principal és intentar establir la dinàmica de rebliment d'una estructura arqueològica concreta, el fossat del jaciment de la Dou datat en el bronze final, únic en el nord-est de la Península Ibèrica.

Paraules clau: *anàlisi pol·línica, fossat, bronze final*

1. INTRODUCCIÓ, OBJECTIUS I JUSTIFICACIÓ

L'aplicació de les anàlisis pol·líniques a la recerca arqueològica es ve efectuant principalment des de la perspectiva paleoambiental, prioritzant el potencial que ofereix aquesta categoria de restes arqueològiques de cara a la reconstitució de la vegetació i climes del passat. Més recentment s'aborden també de manera més sistemàtica, a partir de les anàlisis pol·líniques, qüestions relatives a les estratègies econòmiques (ramaderia, agricultura, gestió forestal...), funcionalitat dels assentaments i usos de l'espai. Amb aquest treball de recerca es pretén explorar les potencialitats d'aquesta categoria de restes per a l'estudi de la dinàmica de formació dels jaciments arqueològics i, de manera concreta, la dinàmica de rebliment de les estructures arqueològiques. Amb aquest objectiu es proposa analitzar el rebliment del fossat del bonze final del jaciment de la Dou, amb una potència estratigràfica de més de tres metres i que compta amb un mostreig sistemàtic de restes de pol·len.

A un nivell més concret, els objectius d'aquest treball són:

1. **METODOLÒGIC I TÈCNIC:** conèixer i posar en pràctica els procediments tècnics de preparació de mostres de pol·len de cara a la recuperació del contingut pol·línic de sediments arqueològics. Iniciar-me en la classificació de les restes de pol·len. Aprendre a realitzar, llegir i interpretar els diagrames pol·línics.
2. **ARQUEOLÒGIC:** incidir en la dinàmica de formació, ús i abandó de les estructures arqueològiques: caracteritzar la dinàmica de rebliment del fossat de la Dou, intentant establir l'interval de temps transcorregut (rebliment de cop, espatat en el temps...) i els agents (naturals i/o socials) i els processos que hi han intervingut a partir de la dinàmica de deposició de les restes pol·len: avaluant com aquestes restes són representatives i en quin grau d'aquesta dinàmica
3. **HISTÒRIC:** avaluar el grau de representativitat que tenen els resultats obtinguts a nivell paleoclimàtic i inferir, si és possible, en les condicions paleoecològiques i paleoclimàtiques de la zona d'estudi durant el bronze final.

2. DEFINICIÓ DE LA PROBLEMÀTICA D'ESTUDI I ESTAT DE LA QÜESTIÓ. HIPÒTESIS DE TREBALL

Es presenta en aquest apartat un estat de la qüestió sobre la recerca arqueològica desenvolupada a la comarca de la Garrotxa i a la vall d'en Bas en particular en la que s'emmarca la documentació i registre del jaciment de la Dou i de l'estructura arqueològica tipus fossat corresponent al bronze final documentada. A partir d'aquí es realitza una contextualització del fossat, remarcant la seva excepcionalitat i plantejant hipòtesis relatives a l'ús i funció que haurien tingut aquest tipus d'estructures arqueològiques durant el bronze final. Es planteja finalment el paper que les anàlisis pol·líniques poden tenir en l'estudi d'aquests tipus d'estructures arqueològiques pel que respecta a qüestions d'índole tafonòmica, en relació sobretot a la seva dinàmica de formació, ús i abandó.

2.1 LA RECERCA ARQUEOLÒGICA A LA COMARCA DE LA GARROTXA

Les investigacions arqueològiques a la Garrotxa (Burjachs i Alcalde, 1991) van



Fig. 1. J. Danés al costat del menhir de Santa Pau (1932 o 1933) (Alcalde, 2008)

començar durant els anys 70 del segle XIX quan es va publicar el primer treball relacionat amb l'arqueologia. Es tractava d'una publicació del Centre Artístic, una associació olotina que entre el 1869 i el 1884 es va dedicar a qüestions relacionades amb les belles arts, però, que també va realitzar algunes incursions en el món de l'arqueologia, com en l'estudi del menhir de Santa Pau i de la necròpolis del Pla de la Gibrella.

Durant els anys següents s'atura la recerca i no es publica pràcticament cap treball fins a l'entrada dels anys 30 del segle XX. El 1934, Joaquim Danés –metge i aficionat a la història- (Figura 1) publica en el Butlletí del Centre Excursionista de Catalunya, des d'un punt de vista més romàntic que científic, algunes de les troballes realitzades en unes petites cales que va fer en la prospecció de la cova del Bisbe i la

cova dels Ermitons. Danés també s'interessa pel menhir de Santa Pau, i per la història antiga, com ho demostren algunes de les seves publicacions a *Pretèrits Olotins* de l'any 1937 (Alcalde, 2008).

En el següent decenni, el mateix Danés inicia les publicacions de la *Història d'Olot* i Miquel Oliva excava a la cova del Calabre. L'interès d'Oliva per l'Alta Garrotxa es manifesta als anys 60, quan, juntament amb Ramon Sala, excaven la cova dels Ermitons, i també, descobreixen la cova de les Monges.

És durant la dècada dels anys 60 quan l'activitat arqueològica revifa: Marta Corominas inicia les excavacions de la vil·la romana de Can Ring a Besalú, i, Francesc Riuró i Miquel Oliva realitzen una sèrie de prospeccions a Sant Aniol de Finestres on hi localitzen diversos jaciments arqueològics. El 1969, Antoni Noguera i Massa publica i realitza una síntesi, a *La Comarca d'Olot*, sobre el poblament de la comarca durant la prehistòria fins a l'edat antiga. És, doncs, a partir d'aquest moment quan la recerca i la investigació és fa més dinàmica, sobretot a l'Alta Garrotxa:

Des de la Universitat de Barcelona, Anna Maria Muñoz i Maria Lluïsa Pericot, reprenen els treballs arqueològics de Sala i Oliva a la cova dels Ermitons. En aquests moments també, el Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona comença a excavar la cova del Calabre, la cova de les Monges i l'assentament ibèric de la Palomera. Per una banda, el 1975, el Grup Espeleològic Olotí descobreix la cova s'Espasa i la cova 120, i per l'altra, Joan Domènec excava la Tuta dels Maimons i l'Associació Arqueològica de Girona (creada el 1972) descobreix el jaciment paleolític a l'aire lliure de la Barroca-Santa Elena a la Vall de Llémna.

A partir del 1981, amb l'exposició "Els primers grups humans de la Garrotxa" al Museu Comarcal, es genera un canvi pel que fa a la recerca a la comarca. A partir d'aquest moment les investigacions arqueològiques no seran esporàdiques, com ho havien estat en els moments anteriors, sinó que les investigacions seran més nombroses, sistemàtiques i científiques. Així doncs, Gabriel Alcalde, Bibiana Agustí, Francesc Burjachs, Ramon Buxó, Núria Juan-Muns, Joan Oller, Maria Teresa Rosa, Josep Manuel Rueda i Assumpció Toledo comencen les excavacions de la cova 120 que acaben el 1989. La majoria d'arqueòlegs d'aquest grup centra la seva recerca a la Vall del Llierca, la qual esdevé la zona més treballada i coneguda, a causa que en les cavitats es preserven millor les restes arqueològiques que a l'aire lliure.

A partir de 1985 les institucions que treballen a la comarca (UAB, UdG i MAC) intensifiquen la recerca arqueològica, com per exemple es realitzen els treballs arqueològics en: la cova s'Espasa, el jaciment de Plansallosa, la cista del coll de la Creu de Principi, la cova de l'Avellaner, la via del Capsacosta, la cova de la Pòlvora, la cova dels Ermitons, la balma de la Xemeneia, o la bauma del Serrat del Pont. Cal destacar aquest últim jaciment –la bauma del Serrat del Pont- atès que és un dels únics jaciments a Catalunya on es documenta una seqüència cronològica molt àmplia, que va des dels períodes mesolítics fins a cronologies ibèriques.

L'any 1990 el Museu Comarcal de la Garrotxa creu oportú centrar-se també en altres zones de la comarca i inicia els treballs al pla d'Olot. En conseqüència, Gabriel Alcalde i Maria Saña descobreixen el jaciment de la Prunera. En el mateix any, també, s'excava el jaciment de la Rodona, just en el nucli urbà d'Olot.

2.1.1. Recerca arqueològica a la Vall d'en Bas



Fig. 2. Treballs d'excavació al jaciment de Codella a l'any 2004 (Alcalde *et al.*, 2009)

No és fins a la dècada dels anys 80 quan es van iniciar treballs arqueològics sistemàtics a altres zones de la comarca de la Garrotxa tals com la vall d'en Bas. Aquests varen consistir en un primer moment en una prospecció arqueològica de tota la zona i en l'excavació del jaciment del neolític antic de Codella (Figura 2).

En el marc d'un projecte de recerca desenvolupat des de Universitat de Girona i la Universitat Autònoma de Barcelona.

L'objectiu d'aquests treballs era caracteritzar el sistema d'implantació territorial de les primeres comunitats neolítiques i els seus canvis al llarg de la Prehistòria recent en una àrea amb característiques ben diferenciades a la vall de Llierca (la Garrotxa), zona on fins el

moment s'havien centrat els treballs. La vall d'en Bas, consisteix en una vall que presenta una amplada mitja d'un quilòmetre i una longitud aproximada de 6 quilòmetres, ocupant una superfície de 90,82 km². Es tracta d'una fossa tectònica encaixada en un complex sistema de falles, mostrant una clara diferenciació morfològica entre la zona plana (cota mitjana de 510 metres snm.) i la zona muntanyenca, amb altures màximes de 1515 metres snm., amb el riu Fluvià com a eix vertebrador. La seva conformació es resultat de successives obstruccions del riu Fluvià a conseqüència de les colades basàltiques producte de les erupcions que es van succeir durant la prehistòria en la capçalera del riu. Aquestes colades obturaren el riu Fluvià diverses vegades provocant l'acumulació de sediments amb diferents dipòsits argilosos que alternen amb nivells de torba i diverses colades volcàniques. Resultat d'aquesta dinàmica es va conformar un paleollac que ha caracteritzat el relleu de la zona fins ben entrada l'edat mitjana, moment a partir del qual es començar a dessecar en motiu de les necessitats agrícoles. Aquest paleollac ha constituït un aspecte central en l'estructuració del poblament a la zona durant la Prehistòria.

Coincidint amb la finalització de les excavacions al jaciment de Codella, l'any 2005, amb el motiu de la intervenció preventiva per la realització de la variant de Sant Esteve d'en Bas es va documentar l'existència de dos jaciments més: la Serra i la Dou. El jaciment de la Serra es localitza també a la vora d'aquest antic paleollac i va ser excavat en extensió l'any 2005, documentant ocupacions datades del bronze final (930 cal BC) i època ibèrica (segles VI-III BC). En aquest mateix any la construcció d'infraestructures viàries va portar també al descobriment d'un jaciment d'època romana quan es construïa la nova carretera (Vic a Olot), i un jaciment d'època medieval a la zona de l'Aubert.

Tots aquests treballs han permès documentar una àmplia seqüència d'ocupació del territori de la Vall d'en Bas que va abasta des del neolític antic fins l'alta edat mitjana (Folch i Gibert, 2009 en Alcalde *et al.*, 2009).

Els treballs d'investigació arqueològica que des de fa més de 20 anys es venen desenvolupant de forma sistemàtica a la comarca de la Garrotxa han permès caracteritzar i explicar la dinàmica de canvi entre les darreres societats caçadora i recol·lectores i primeres comunitats camperoles a l'àrea del NE de la comarca. Així mateix, han permès incidir en problemàtiques històriques tant transcendents com pot

ser, per exemple, la consolidació de les societats pageses i de les pràctiques agrícola i ramaderes, els canvis en la gestió del territori i la interrelació entre terres altes i les planes o els inicis de la producció metal·lúrgica. L'excavació de jaciments com la Bauma del serrat Pont, Plansallosa, la Cova 120, la Prunera i Codella ha portat a plantejar un model d'implantació territorial per les primeres comunitats neolítiques caracteritzat principalment per l'establiment de poblats permanents a l'aire lliure complementàriament a la utilització de coves i abrics per a funcions més específiques (emmagatzematge, enterrament, refugi de ramats...). Aquests treballs han demostrat simultàniament que per incidir en les estratègies de gestió territorial implementades per les societats prehistòriques és fonamental analitzar i avaluar de forma integrada àrees extenses que contemplin diferents ambients o ecosistemes.

2.2. EL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE LA DOU

El jaciment de la Dou s'ubica al sud del nucli de Sant Esteve d'En Bas (Vall d'en Bas, la Garrotxa) en els terrenys de la finca de La Dou. Les coordenades U.T.M. del jaciment són X=45627 i Y =4563511, i s'ubica a una alçada de 502 metres sobre el nivell del mar (Figures 3 i 4).

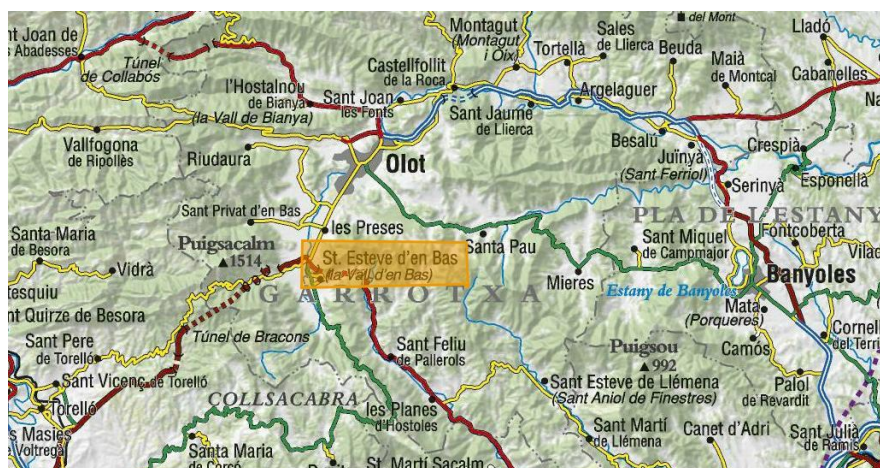


Fig. 3. Localització del municipi de Sant Esteve d'En Bas. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya

El jaciment es va localitzar l'estiu del 2005 en el marc de les obres per a la construcció de la variant de Sant Esteve d'En Bas i a l'octubre del 2005 va tenir lloc una primera intervenció de caràcter preventiu en la part del jaciment afectada per la

construcció de la carretera, a càrrec de l'Institut Català de Patrimoni Cultural de la Universitat de Girona. A partir de la intervenció preventiva motivada per les obres de la carretera i vista la importància del jaciment, es va considerar interessant la continuació dels treballs arqueològics en la zona no afectada per les obres, inclosa dins dels projectes de recerca arqueològica: *L'origen i consolidació de les societats camperoles: avaluació arqueològica de l'impacte de l'activitat volcànica durant la Prehistòria a Catalunya* (2005-2009) i *Origen i consolidació de les societats camperoles: estudi integrat del jaciment arqueològic de la Dou* (Sant Esteve d'en Bas, la Garrotxa) (2010-2013), sota la direcció de Gabriel Alcalde Gurt (Institut Català de Recerca en Patrimoni Cultural, Universitat de Girona), Maria Saña Seguí (Departament de Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona) i Enriqueta Pons (Museu d'Arqueologia de Catalunya). Fins el moment, s'han realitzat 6 campanyes d'intervencions arqueològiques programades (2006-2011), una prospecció aèria (2007) i dues prospecció geofísica (2009, 2012), amb una superfície total excavada en extensió de 729 m² i una superfície intervinguda de més de 25.000 m².

L'objectiu principal inicial del projecte era incidir en les causes i efectes del procés de neolitització al Prepirineu oriental, centrant-se específicament en la Vall d'en Bas i la conca alta del riu Fluvià com a zona objecte d'estudi. En aquest context, el jaciment de La Dou aporta informació rellevant sobre les societats del VIIè mil·lenni cal BP. No obstant, la troballa d'un nou sector amb fase d'ocupació del Bronze Final durant les campanyes 2010-2011 (Alcalde et al. 2012), va permetre ampliar el marc cronològic objecte d'estudi del projecte.

De manera més ampla, amb aquest projecte es pretenia també avaluar l'impacte que l'activitat volcànica va tenir en les societats prehistòriques i aplicar noves estratègies de treball de camp per tal de millorar en les tècniques i processos analítics normalment utilitzats en arqueologia, tenint en compte que el fenomen del vulcanisme influeix directament en les condicions de formació i preservació dels jaciments arqueològics, comportant dinàmiques d'abandó, de deposició i de postdeposició particulars que requereixen d'aproximacions tècniques i analítiques específiques (Alcalde *et al.*, 2005-2008). Un altre dels objectius proposats va ser la difusió dels resultats a la comunitat científica, i la difusió social a la comunitat local.



Fig. 4. Camp de la Dou. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya

La característica bàsica d'aquest jaciment és que s'ubica en un camp conreat, fet que provoca que cada campanya d'excavació arqueològica una vegada s'ha excavat el sector interessat, s'ha de tornar a tapar el sector, per tal que l'agricultor pugui tornar-hi a conrear. Des del 2005 fins a l'actualitat s'ha treballat en 14 sectors diferents (Figura 5).

Pel que fa a la metodologia d'excavació, l'excavació en extensió és el mètode utilitzat en totes les campanyes, i també es fan mostrejos de sediment per a la recollida de mostres de microfauna, fitòlits, carbons, pol·len, llavors i fruits. S'ha realitzat, també, registre topogràfic, planimètric i fotogràfic.

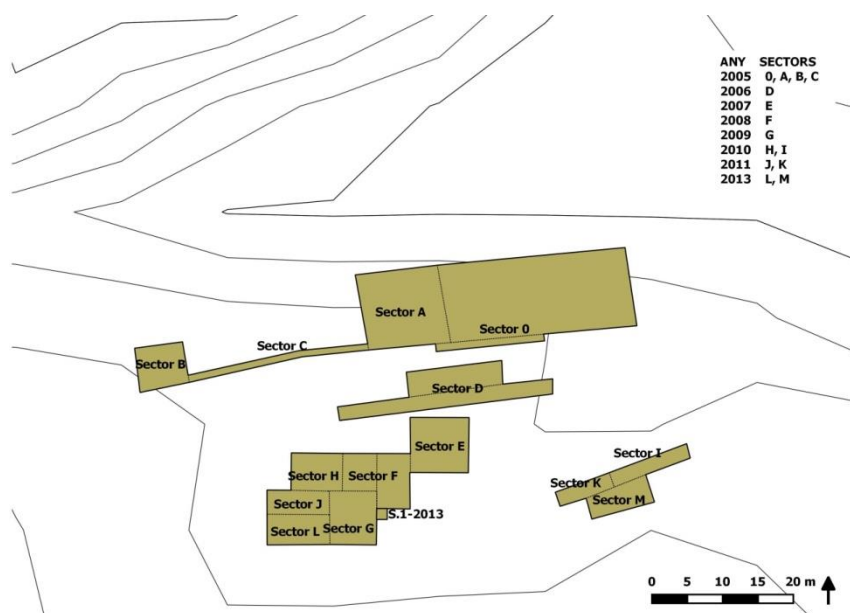


Fig. 5. Sectors intervinguts del jaciment de la Dou. El fossat es localitza en els sectors I, K i M.

A continuació es descriu la dinàmica registrada en cada un dels sectors, diferenciant entre els representatius de les ocupacions corresponents al neolític antic (intervencions 2006-2013) i les corresponents al bronze final (2010-2013).

2.2.1. Les ocupacions de la Dou durant el neolític antic

S'han excavat un total de 27 estructures arqueològiques de diferent tipologia (combustió, cubetes, forats de pal, estructures negatives, grans retalls, etc.) corresponents al neolític. Les estructures formarien part de les unitats residencials de l'assentament.

La majoria d'estructures corresponents al neolític són estructures de combustió, essent els fogars els més nombrosos. Es tracta en la majoria dels casos de fogars en cubeta de morfologia circular i d'1 metre de diàmetre, localitzats molts propers uns dels altres. La construcció d'aquests fogars es feia excavant una cubeta (amb profunditat de 15-30 cm en la part central). El reompliment de les estructures està conformat pels residus de combustió de la última fase d'ús, abans del seu abandonament: sediments rubefactats, cendres, fragments de carbó, etc.

Les cubetes amb residus de combustió es documenten associades als fogars. Consisteixen en petites depressions reomplertes de cendres i carbons (Figura 6).

No s'ha documentat fins ara cap element material que pogués identificar-se com a delimitador de l'àrea habitacional. Així doncs, no es pot assegurar, però sí, hipotetitzar que els fogars estarien a l'exterior perquè estan molt pròxims entre ells conformant una àrea on s'hi realitzarien activitats que requeririen l'ús d'aquests fogars com el processat i la cocció d'aliments, la transformació de matèries primeres o la necessitat d'escalfar-se i generar llum.



Fig. 6. Exemple de les estructures de combustió documentades al jaciment de la Dou.

També s'han localitzat estructures negatives de difícil interpretació degut a la manca de reompliments i tipologies diagnòstiques. Es tracta en la majoria dels casos de petites depressions.

La resta d'estructures documentades corresponent a estructures de sosteniment de forma circular.

L'anàlisi de l'articulació espacial de tots aquests elements estructurals permet proposar que la Dou consistia en un poblat que ocupava originalment una superfície considerable, amb estructures d'habitació o cabanes distribuïdes de forma dispersa per tota l'àrea. S'han excavat fins el moment un total de quatre àrees d'habitació diferenciades, separades entre elles a una distància mitja d'uns 40 metres. L'anàlisi de la distribució espacial de tot el conjunt de restes lítiques i ceràmiques demostra que la majoria d'activitats relacionades amb la seva producció i ús es realitzaven a les immediacions dels fogars. Tenint en compte les relacions espacials i les diferències i similituds entre les tres àrees, tot sembla apuntar cap a que el poblat de la Dou estaria conformat a partir d'estructures d'habitació construïdes tipus cabana, a les que s'associen àrees de treball externes.

Els resultats de les 6 datacions absolutes realitzades fins el moment evidencien que aquestes ocupacions s'haurien realitzat en moments corresponents al final del neolític antic, amb una concentració màxima de dates entorn al 4500-4400 cal BC i una variabilitat significativa entre 4900 cal BC - 4300 cal BC, característica que ens indica que en aquest indret s'hi varen produir probablement estances reiterades al llarg de com a mínim 350-400 anys.

2.2.2. Les estructures corresponents al bronze final

A l'any 2009 es va realitzar una prospecció geofísica de caràcter magnètic (Figura 7). Aquesta prospecció va permetre identificar una anomalia en forma semicircular bastant regular, la qual es va definir durant la campanya de l'estiu del 2010 com un fossat datat en el bronze final.

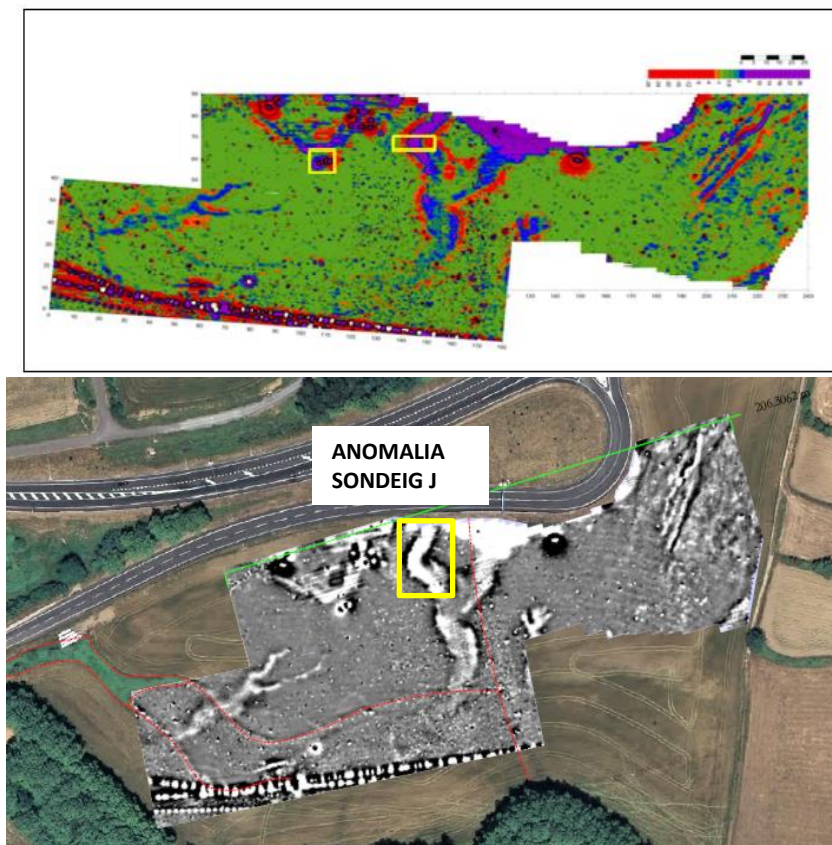


Fig. 7 (a,b). Localització de les dues àrees intervingudes a la campanya del 2010 en relació a les anomalies que mostra la prospecció magnètica realitzada el 2009.

Amb l'objectiu d'obtenir una representació més detallada de la conformació del fossat, l'any 2012 es va realitzar una altra prospecció, aquesta vegada amb georadar (Figura 8). Aquesta prospecció va permetre ampliar els resultats obtinguts en la prospecció del 2009. Paral·lelament, s'han dut a terme també una sèrie de sondejos que han permès contrastar la presència i característiques físiques d'aquesta estructura (Figura 9).

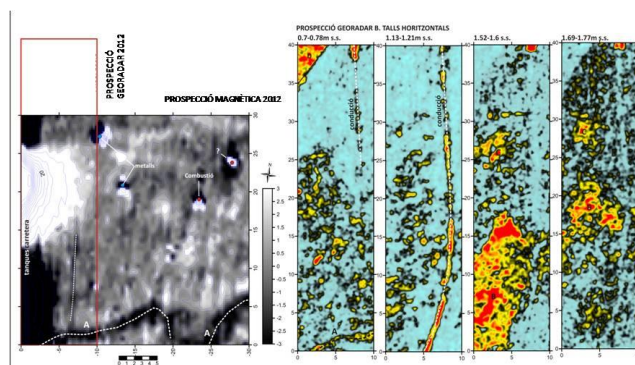


Fig. 8. Resultats de la prospecció amb georadar



Fig. 9. Treballs d'excavació del 2010 en el sector I

La macroestructura es va interpretar com a un fossat: en forma d'U, de 5 d'amplada, i uns 1'80 m. En la base es van poder documentar moltes restes de fusta carbonitzada. Aquesta fusta correspondria als elements de la palissada del fossat, que per un incendi va caure i es va dipositar a dins l'estructura.

Les datacions absolutes obtingudes demostren que l'ús i abandó d'aquesta estructura hauria tingut lloc cap a principis del bronze final (1500 cal BC – 1000 cal BC) (Taula 1).

any	sector	estructures / observacions	datació BP	cal BC	cal BP
2010	sector K	palissada fossar	2850 +/- 30 BP	Cal BC 1120 to 920	Cal BP 3070 to 2870
2010	sector K	palissada fossar	2940 +/- 30 BP	Cal BC 1260 to 1050	Cal BP 3210 to 3000
2005	Sector 0	E-1: Estructura combustió	5450 +/- 50 BP	Cal BC 4350 to 4210	Cal BP 6300 to 6160
2011	sector J	E4 = fossa / cubeta	5460 +/- 40 BP	Cal BC 4980 to 4970	Cal BP 6930 to 6920
2005	Sector A	E-3: Estructura de combustió	5520 +/- 50 BP	Cal BC 4450 to 4250	Cal BP 6400 to 6200
2005	Sector A	E-1: Estructura de combustió	5660 +/- 50 BP	Cal BC 4560 to 4360	Cal BP 6510 to 6310
2005	Sector B	E-1 : estructura excavada	5700 +/- 50 BP	Cal BC 4690 to 4450	Cal BP 6640 to 6400
2009	sector G	fossa residus combustió 1	5750 +/- 30 BP	Cal BC 4650 to 4640	Cal BP 6600 to 6590
2008	sector F	estructura de combustió	5960 +/- 30 BP	Cal BC 4980 to 4970	Cal BP 6930 to 6920

Taula 1. Datacions absolutes obtingudes pel jaciment de la Dou

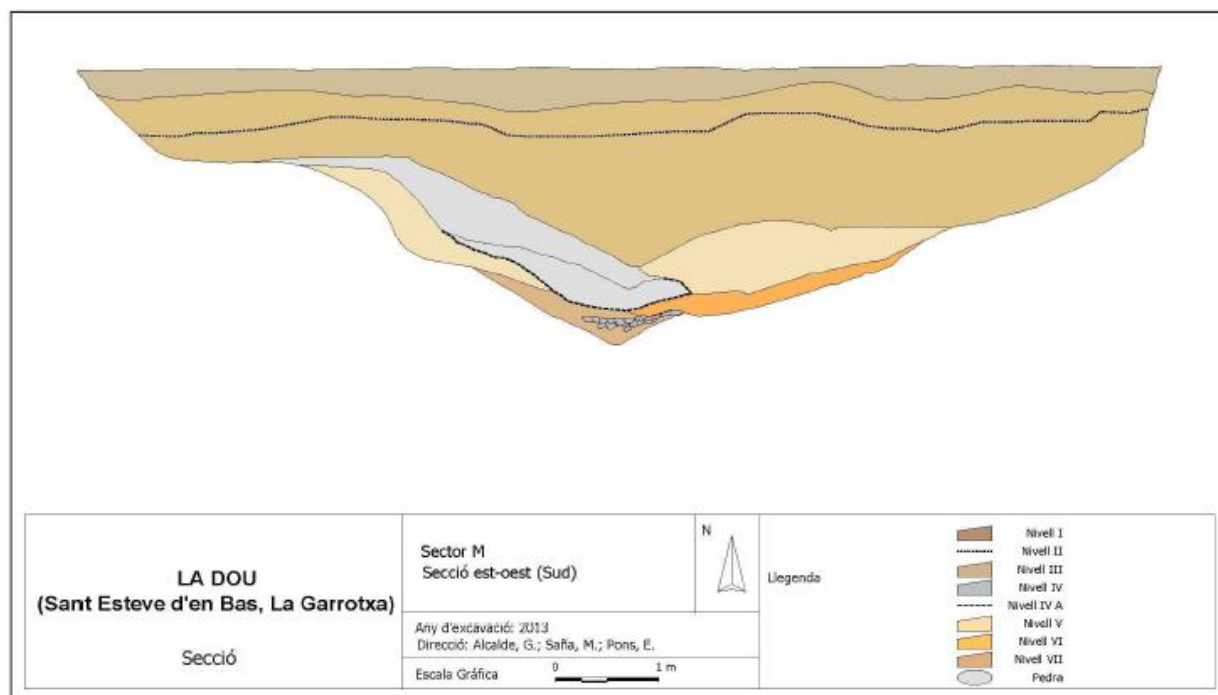


Fig. 10. Secció est-oest amb l'estratigrafia del Sector M, excavat el 2013



Fig. 11. Fustes carbonitzades del nivell IVa

Pel que fa a l'estratigrafia un cop descoberts els nivells superficials arqueològicament estèrils (I-III), es documenta un nivell de terrassa fluvial als extrems est i oest del sector, un nivell natural amb una pendent descendent que convergeix en el centre del sector. En la pendent oest, es documenta un nivell de rebliment termoalterat amb una presència molt elevada de carbons (nivell IV), així com material ceràmic, metal·lúrgic i restes de fauna. Aquest nivell es troba recolzat sobre un nivell de terrassa disgregada amb presència de sorrenques (nivell V). A la pendent est, la dinàmica

sedimentària és lleugerament diferent, amb la presència d'uns nivells de terrassa disgregada amb presència de sorrenques, carbons, estèrils arqueològicament (nivells IIIa-V-VI).

La metodologia d'excavació va consistir en el buidatge del nivell de rebliment tractat com a una unitat (nivell IV), diferenciant una subunitat caracteritzada per la presència de fusta cremada (branques i petits taulons) conservada de forma horitzontal (nivell IVa). Un cop retirades aquestes fustes i excavada una llengua de llims d'aportació natural que sembla separar dos moments de rebliment, es documenta un nivell amb la presència de blocs de pedra, carbons (en menor concentració que en el Nivells IV-IVa) i de material arqueològic. La part oest del sector presenta una millor conservació de la pendent de la terrassa natural. A la part est, en canvi, es documenten uns nivells de disgregació de la terrassa que es podria associar amb algun procés natural relacionat amb l'aigua, distorsionant la morfologia de l'estructura en aquest punt. La relació d'unitats estratigràfiques es la següent (Figura 10):

Nivell I: Estrat superficial, configurat a partir de llims remoguts a raó de la llaura.
Cobreix el nivell II

Nivell II: Llims groguencs. Cobreix el nivell III

Nivell III: Llims plàstics, grisosos i amb presència de sorres. Cobreix el nivell IIIa i el nivell IV.

Nivell IIIa: Llims plàstics i sorres més grisós amb presència de carbons. Cobreix el nivell IV en la part est. Aquest nivell perd potència cap al sud, fins al punt de no ser identificat en la secció sud.

Nivell IV: Nivell de llims negre, termoalterat amb carbons i una presència significativa de material arqueològic. Cobreix el nivell IVa.

Nivell IVa: Nivell de llims negre, termoalterat amb carbons i una presència significativa de material arqueològic. Cobreix el nivell V a l'àrea est i el nivell VI a l'àrea oest.

Nivell V: Nivell de sorres amb sorrenques disgregades. Es recolza damunt la terrassa fluvial a l'est del sector i damunt el nivell VI a l'oest del mateix.

Nivell VI: Nivell de sorres amb sorrenques disgregades, pràcticament idèntic al nivell V però amb presència significativa de carbons i material arqueològic. Es disposa sobre la terrassa i el nivell VII

Nivell VII: Nivell de llims i sorres marrons amb presència de taques de carbó i material arqueològic. Es documenten, també, nombrosos blocs de pedra. Es diposita damunt la terrassa.

Nivell VIII: Nivell natural de terrassa fluvial.

La categoria de materials arqueològics més abundant son les restes ceràmiques, seguides de les restes de fauna, material de construcció, objectes i restes de fosa de bronze i restes d'ornaments fabricats amb lignit. Destaca també la presència de restes de material de construcció de terra, que prové en la seva totalitat del nivell IV-IVa.

Les restes ceràmiques s'han recuperat en pràcticament tots els nivells estratigràfics, a excepció del nivell V, destacant una major freqüència als nivells IV i VII. S'han recuperat principalment formes amb perfil carenat i acanalats, morfo-tipus característics del bronze final (Figura 12).

Els vasos ceràmics es poden classificar en tres categories: vaixel·la de servei (vaixel·la de taula, i vaixel·la destinada a servir i vessar aliments) i vaixel·la destinada a la preparació, manteniment i cocció dels aliments. Cal destacar també, que s'han documentat alguns individus diferents de la resta que es podrien considerar de luxe o de prestigi. Es tracta d'una urna de forma complexa amb coll alt i convergent i decorat amb l'acanalat; una altra forma també amb coll paral·lel i vora exvasada i convexa decorada amb l'acanalat; un plat decorat amb excés –amb vora decorada ungular, part externa amb un acabat rugós amb una decoració ungular, i la cara interna del plat està polit i amb una decoració incisa de doble traç– i una copa de peu alt feta d'una argila molt fina, de color granetós.



Fig. 12. Fragments de ceràmica recuperats durant la campanya del 2013

La segona categoria de materials més abundant són les restes de fauna. S'han recuperat 259 restes al nivell IV i 51 restes al nivell VII. Les espècies domèstiques representades són el bou (*Bos taurus*), el porc (*Sus domesticus*), la cabra (*Capra hircus*) i la categoria general d'ovicaprins (*Ovis/Capra*). Es documenten també restes de gos domèstic (*Canis familiaris*). Els animals salvatges representats són el cérvol (*Cervus elephus*), el cabirol (*Capreolus capreolus*) i el porc senglar (*Sus scrofa*). L'estudi antracològic ha evidenciat la presència de boix, seguit d'avellaner, roure i *Prunus*, que mostren una vegetació submediterrània i de muntanya mitjana, que envolta boscos de rouredes. Les restes carpològiques corresponen a mills (*Panicum/Setaria*), espelta bessona, ordi vestit i llentia.

També procedent dels nivells IV i VII s'ha recuperat un conjunt d'objectes metàl·lics de bronze, de forma i funció variada, amb peces d'ús ornamental, d'ús pràctic i restes mal foses. Entre les ornamentals cal esmentar una anella tancada (IV), una dena (IVa), dos fragments d'anella i també restes de fosa. Del nivell VII destaquen un ganivet de llengüeta simple, un punxó biapuntat i restes de fundició. Cal destacar també la troballa de fragments de braçalets de lignit.

Durant la campanya d'intervencions preventives del 2005 ja s'havien localitzat fustes carbonitzades en un altre sector del camp de la Dou, que podrien formar part també d'una macroestructura arqueològica de dimensions considerables. Les datacions absolutes situen aquesta estructura en un interval temporal corresponent al bronze final, amb datacions lleugerament més antigues que les obtingudes pel fossat localitzat al sectors K, I i M.

Tot i els escassos metres que separen les ocupacions neolítiques de les ocupacions del bronze final, aquestes no estan superposades, característica que permet plantejar la hipòtesi que durant l'ocupació del bronze final hi hagués algun element natural o bé el mateix fossat que feia de límit. Cal remarcar com a característica significativa que a l'àrea corresponent a les ocupacions neolítiques excavada fins el moment no s'ha documentat durant cap de les intervencions cap tipus de material arqueològic o estructura de cronologia més recent al neolític antic. D'altra banda, cal remarcar també la importància de la macroestructura tipus fossar documentada, única de moment a Catalunya.

2.3. EL BRONZE A LA COMARCA DE LA GARROTXA

En línies molt generals el bronze final al nord-est de la Península Ibèrica (Pons, 2003) es caracteritza per la documentació d'una sèrie de canvis significatius en el registre arqueològic, evidenciant-se en aquest moment la generalització de l'ús de la metal·lúrgia del bronze. Les ocupacions es localitzen no només en cova i abric, sinó que incrementen també els assentaments a l'aire lliure, amb el sorgiment d'un primer protourbanisme. En aquest moment l'agricultura té un pes més important ja que es localitzen molts camps de sitges on s'hi emmagatzema la producció agrícola. També es dona una circulació i intercanvi d'objectes bastant intensa. Per altra banda, en el món funerari es comença a adoptar el ritual d'incineració, tot i que la inhumació segueix existint.

L'assentament de la Dou es troba distanciat de la costa, i prop de les muntanyes del Prepirineu i darrera de les serralades prelitorals. Malgrat no es coneixen assentaments propers, l'hàbitat potencial hauria d'ésser similar al de la zona de la vall mitjana del Fluvià.

A l'Alta Garrotxa, seguint el curs del riu Llerca, s'hi troben diverses cavitats, les quals van estar ocupades ja des de molt antic que continuen en el bronze final: la cova dels Ermitons, la cova 120, la cova de les Monges i la Bauma del Serrat del Pont. Són jaciments que tenen alguna fase o ocupació del bronze final i van ser utilitzats com espai habitacional, espai funerari, espai d'emmagatzematge, zona d'aixopluc temporal, o zona d'estabulació estacional per a ramats.

A aquesta cronologia correspon també l'assentament a l'aire lliure de la Serra (Sant Esteve d'en Bas) anteriorment mencionat i el jaciment de Can Xac (Argelaguer). Es tracta d'un poblat conformat a partir de cabanes amb una sèrie d'estructures de combustió localitzades als espais exteriors.

Les necròpolis conegudes es localitzen a prop del nucli de Besalú: Can Barraca i Can Bellsolà. Es tracten de necròpolis d'incineració datades entre el bronze final i la primera edat del ferro. A Can Barraca, però, es va localitzar població sedentària ja des de mitjans del segon mil·lenni aC. D'aquest període del ferro és coneguda la necròpolis de tombes de guerrers al Pla de Gibrella, que es troba a la vall de Bianya. També a Can Barraca es va documentar una estructura enfonsada, com una cabana allargada, d'època anterior a la necròpolis (de mitjans del segon mil·lenni aC). Tota aquesta documentació ja es prou suficient per parlar d'una població sedentària i estable a la zona. A nivell més

ampli, el conjunt del material ceràmic i les datacions obtingudes permet situar el fossat de la Dou en un moment coetani als vilatges de la Fonollera i de Sant Martí d'Empúries, dos nuclis importants de poblament en la reocupació definitiva de la plana (Pons 2008).

Si bé la troballa d'un vilatge a l'aire lliure del bronze final a la Garrotxa és de *per se* una bona documentació, justament per la feblesa d'aquest tipus de hàbitats en la zona, encara ho fa més interessant el fet de trobar-se protegit per un fossat força ample, en forma d'U, segurament reforçat per un mur construït de materials peribles. Aquesta última troballa és una notícia única, ja que la presència de fossats que encerclin els vilatges és un fenomen totalment desconegut en aquesta regió.

2.4. ELS FOSSATS DURANT EL BRONZE FINAL

Les muralles i els fossats han estat uns element presents en molts poblats ja des de l'inici de l'urbanisme: Al Pròxim Orient, es documenta un fossat, una muralla i una torre circular des del neolític preceràmic A (PPNA) a Jericó, un dels primers poblats sedentaris. El fossat estava excavat a la roca mare, i tenia unes dimensions i una estructura notable relacionat amb una clara funció de protecció (Redman, 1990 en Lucena i Martínez, 2004). I en el món antic, des del segle V aC la construcció d'obres exteriors, com els fossats, va acabar caracteritzant la tipologia de les ciutats (Sáez Abad, 2004).

De manera general, un fossat forma part d'un sistema defensiu que pot anar acompanyat de muralles, torres, i/o altres elements. L'elecció d'excavar un fossat es relaciona amb la necessitat que té la població per a protegir-se, i també del temps i de l'esforç invertit. Així doncs, en funció d'aquestes variables es construeix un fossat o un altre tipus d'element defensiu (Rodanés *et al.*, 2011). Segons Moret, els factors topogràfics i de composició del sòl també influeixen en l'excavació d'un fossat (Moret, 1996 en Rodanés *et al.*, 2011).

La documentació d'aquests tipus d'estructures excavades –fossats, trinxeres, continues o intermitents– que limiten o protegeixen el territori d'una població o d'un espai ampli habitacional són desconegudes a Catalunya al llarg del bronze final i

principi de l'edat del ferro i força magres al sud de França. L'absència de dades al respecte pot venir condicionada per varies raons:

a.– Podem pensar que no tots els hàbitats d'aquesta època són vilatges que necessiten d'una protecció construïda, i per tant poden haver existit altres formes d'hàbitat, oberts i dispersos, formats per una agrupació de cabanes, que no necessiten ser protegides, per cap recinte construït (Gascó 2009, Pons 1994).

b.– En zones planeres, en esplanades grans, els fossats són pràcticament impossibles de ser detectats en prospeccions de superfície, o rarament poden ser localitzats en sondejos puntuals. Els coneguts a França s'han localitzat gràcies a les excavacions en extensió que han permès documentar un nombre important de dades. En molts poblats en els quals s'han centrat en l'excavació de les unitats d'habitació, pot haver el dubte que aquestes dades restin a l'anonimat (Moret 2000).

c.– Diversos autors que han volgut estudiar els orígens de les fortificacions entre l'Auda i l'Ebre es troben en una constant confrontació extrema entre dos tipus de concepció de l'hàbitat: per una banda tenim els tipus de dades de les estructures excavades o "agrupament de fosses" que detecten unes estructures laxes i febles, però ocupant terrenys amples, tipus més arramblat vers la costa, i l'altra, més a l'interior peninsular o continental, formada per petits poblats tancats amb un recinte i amb les cases adossades a aquest, com un grup estructural construït sòlidament, i pràcticament sense un espai públic obert (Gascó 1989, Moret 2000).

Els fossats que es relacionen cronològicament i geogràficament amb el de la Dou són principalment fossats localitzats al sud de França: Els millors coneguts (Figura 13) són el d'Ornaisons, el de Carsac, el Travessant de Cayla– i no serà fins a l'època protohistòrica, ja ben entrat el primer mil·lenni aC, quan es registren les primeres muralles de pedra –Le Cros, Mailhac, Llo–; a Catalunya les muralles amb restes antigues són les de El Vilars-Arbeca associada a un sistema de fossat complex, o El Brull, també associada a un fossat. A continuació es presenta una descripció dels principals jaciments on s'han documentat aquests tipus d'estructures i de les seves característiques.

2.4.1. Portal Vielh (Vendres, Hérault)

El jaciment de Portal Vielh té una cronologia que va des del bronze final II fins al bronze final IIIb o Mailhac I¹. És en aquesta última etapa quan es documenta la transformació de l'espai del jaciment per l'aparició d'un fossat o rasa en forma d'U (Beylier, 2011). El fossat té una profunditat d'entre 1,4 i 1,6m, però la particularitat del fossat és, certament, la seva amplada de 5m i una profunditat d'entre 1,4 i 1,6m. En la seva base, es van trobar grans blocs calcaris que permetrien demostrar la presència d'una palissada feta amb pals verticals que es sostindrien per aquests blocs calcaris, i tot plegat estaria envoltat per una muralla de terra i fusta que encerclaria una àrea interior de 3ha (Carozza i Burens, 2000).



Fig. 13. Mapa amb la localització dels principals jaciments amb fossats defensius durant la protohistòria al sud est de França (Beylier, 2011).

2.4.2. Carsac (Carcassone, Aude)

El poblat de Carsac (Carcassone, Aude), de dimensions molt majors que Portal Vielh (25ha), també es coneix un sistema defensiu, format per una muralla i un fossat, des del primer moment de la seva creació en el bronze final (Guilaine *et al.*, 1986). El

¹ Cronologia sistematitzada per Louis i Taffanel (1955-1958)

fossat té unes dimensions de 5m d'amplada i de 2,50 de profunditat. A la primera edat de ferro, s'amplia la zona d'hàbitat fins a 35 ha (Gascó, 2001), i també es modifica el fossat: en aquest moment es canvia la morfologia, passa de ser una estructura amb secció en forma d'U, a una estructura amb secció en forma de V (Figura 14). En aquest moment el fossat té una profunditat mitjana de 2,10m i una amplada de 3,50m (Beylier, 2011).

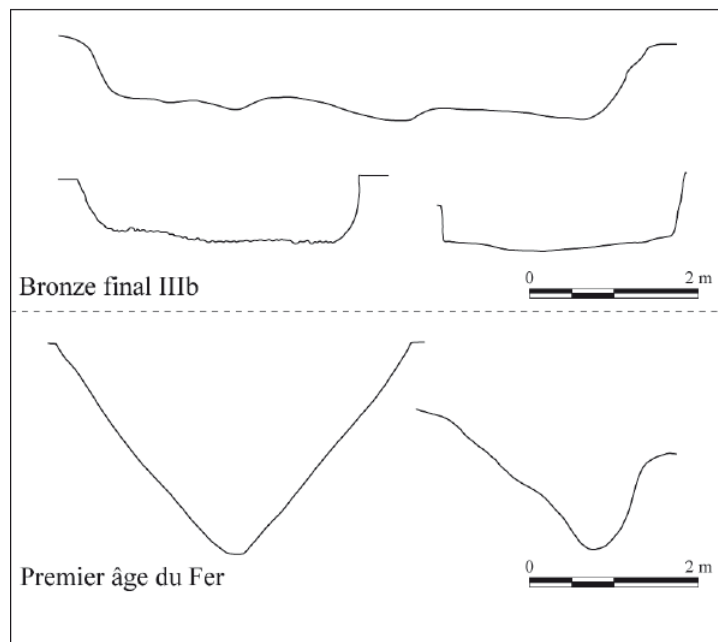


Figura 14. Perfils dels fossats de Carsac durant el Bronze final IIIb i la primera edat de ferro (Guilaine et al., 1986; Carozza, Burens 1995)

2.4.3. Mailhac (Mailhac, Aude)

Al poblat de Mailhac (Mailhac, Aude) l'hàbitat es desenvolupa entre el bronze final IIIb i el començament de la primera edat de ferro. Es documenta la presència d'un fossat que no es coneix el moment exacte de la seva construcció a falta d'elements determinants, però sí que se'n coneix el moment del seu rebliment a finals del segle VIII aC. El fossat, en la plana, envolta el poblat que es troba damunt d'un lloc elevat presenta un perfil irregular en forma d'U amb el fons desigual, amb una llargada entre 2 i 2,60 m i una profunditat d'entre 1,10 i 1,40m. (Beylier, 2011). En un sector localitzat més a l'est, s'ha documentat la presència d'un segon fossat encara no datat, però, es proposa que pugui ser de la mateixa cronologia que el primer. Aquest segon fossat (Taffanel 2002 en Beylier, 2011) es va interpretar com una construcció natural. No obstant, les mesures són molt regulars per a interpretar-ho com a quelcom modificat per

la força de l'aigua: l'amplada fa 5m i la profunditat 2,50m. Així, alguns (Gailledrat *et al.* 2006-2007) ho interpreten com a fossats dobles.

2.4.4. Cabezo de la Cruz (Saragossa)

A la Península Ibèrica, en cronologies de la primera edat del ferro, es documenta el fossat del Cabezo de la Cruz a Saragossa (Figura 15). El fossat té 62m de llargada, l'amplada ronda als 4 metres de mitjana, arribant als 5,5 m en trams puntuals, i la seva profunditat és de 60cm, però en la part més pròxima del poblat s'hi recolza un mur de maçoneria aconseguint una alçada de fins a 2,7m sobre el fons. Aquesta estructura, doncs, genera una barrera defensiva molt potent (Rodanés *et al.*, 2011).

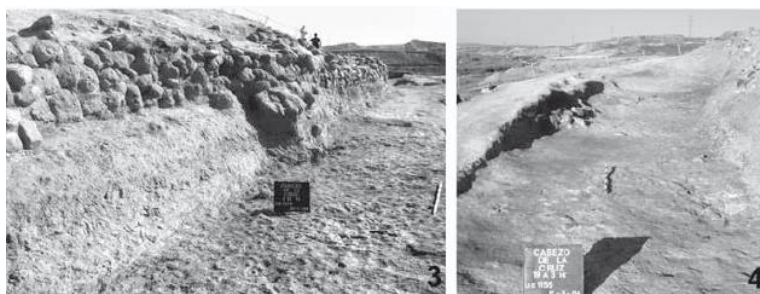


Fig. 15. Vista del fossat del Cabezo de la Cruz
(Rodanés *et al.*, 2011)

2.4.5. Carrassumada (Torres de Segre, Segrià)

A la zona de Catalunya, durant un període posterior, trobem també la presència d'alguns fossats. A la plana de Lleida s'hi va construir el fossat (i poblat) de Carrassumada (Torres de Segre, Segrià) durant la plena edat del ferro o abans de la plenitud del món ibèric. Aquest fossat, també té la morfologia en forma d'U, amb una amplada inferior de 9m, amb 6 metres de profunditat (González i Medina, 2011).

2.4.5. Vilars (Arbeca, les Garrigues)

Un altre fossat destacat en aquesta zona és el dels Vilars (Arbeca, les Garrigues). La fortalesa dels Vilars construïda al segle VIII aC, es va dotar des d'un primer moment d'un sistema defensiu potent amb una muralla torrejada i un camp frisó. Durant l'ibèric antic es va obrir la porta nord de la muralla i es va substituir el camp frisó per un fossat.

S'ha conservat un tram d'escarpa d'aquest fossat d'uns 30m de llargària, 1,65m d'amplada màxima i més d'1m d'alçada. Durant l'ibèric ple es desenvolupà una major complexitat en l'accés fortificat i es crea un altre fossat al damunt del primer. L'últim fossat, de dimensions considerables, té una amplada d'entre 25,8m i 27,8m i un perímetre que recorre 240m, la profunditat és de 2,30m. Amb la creació d'aquest últim fossat, inundable, es va realitzar una construcció d'una envergadura considerable (Figura 16) (Junyent i Moya, 2011).



Fig. 16. Fortalesa dels Vilars

De manera general, s'observa doncs com els fossats del sud de França es presenten com estructures lineals, contínues o intermitents (obertures o portes) excavades, d'amplada i profunditat variada segons les funcions del propi fossat. A Catalunya les muralles amb restes antigues són les de El Vilars-Arbeca associada a un sistema de fossat complex. En aquest dos casos els fossats es presenten com estructures defensives complementàries a les muralles. A més a Catalunya, els fossats són coneguts sempre associats a muralles o recintes protectors d'un hàbitat tancat (López *et al.* 2011).

En quant a la funció d'aquests fossats, es venen proposant varies hipòtesis entre les quals es tendeix a destacar la de defensa del territori. En base però a les diferents tipologies i graus de complexitat documentats, cal pensar que aquestes estructures pogueren perseguir funcionalitats diverses: fortificacions, estructures hidràuliques, delimitació de l'espai, refugis temporals, corrals, mercats, espais d'agregació, marcadors identitaris, llocs de culte o funeraris...) (Quesada 2007). En el cas del jaciment de la Dou, no es disposa de moment de dades que permetin associar aquesta estructura a un poblat, donat bàsicament a que els treballs arqueològics en aquesta àrea del jaciment es troben tot just en el seu inici. Donades les característiques de l'estructura

i dels materials arqueològics fins el moment documentades, cal pensar en la seva vinculació a un hàbitat estable.

2.5. EL FOSSAT DE LA DOU I EL POTENCIAL DE LES ANÀLISIS POL·LÍNIQUES PER A L'ESTUDI DE LA DINÀMICA D'ÚS I ABANDÓ

Els estudis realitzats fins el moment permeten proposar com a hipòtesi que en el fossat de la Dou hi haurien dos intervals temporals diferenciats representats: un primer corresponent a l'ús del fossat (representat sobretot pel nivell VII) i un segon corresponent a l'abandó de l'estructura (representat sobretot pel nivell IV). Les característiques que presenta el sediment del rebliment del fossat apunten que el fossat es va omplir probablement de manera molt ràpida, com així també ho testifica la homogeneïtat de les diferents categories de materials arqueològics recuperats.

Per tal de poder intentar conèixer de manera més detallada la dinàmica del rebliment del fossat, emprarem les anàlisis pol·líniques com a eina metodològica. L'arqueopalinologia té moltes aplicacions pràctiques a part del coneixement de la paleovegetació i del paleoclima, a més permet també per exemple visualitzar el procés de sedimentació d'un determinat lloc.

Fins l'actualitat, la totalitat d'estudis pol·línics realitzats a la vall d'en Bas s'han orientat a la reconstitució de la vegetació i climes del passat. En aquest treball de recerca aplicarem una nova proposta metodològica, enfocant les anàlisis pol·líniques cap a estudis tafonòmics que ens permetin incidir en les dinàmiques de formació i alteració dels jaciments i estructures arqueològiques.

Amb l'objectiu de disposar d'una base de referència amb la que comparar els resultats que obtindrem, es presenta a continuació una síntesi dels estudis pol·línics i dels resultats obtinguts fins el moment per la Vall d'en Bas i pel jaciment de la Dou. Aquests es compararan posteriorment amb els obtinguts de manera concreta pel fossat per tal de poder contrastar si aquesta estructura presenta o no una dinàmica específica.

2.5.1. Recerca paleopalinològica a la Vall d'en Bas i principals resultats obtinguts fins el moment

La recerca paleopalinològica a la Vall d'en Bas es va iniciar als anys 60 a partir de l'estudi del dipòsit del Pla de l'Estany realitzat per Josefa Menéndez Amor, investigadora del CSIC a Madrid.

El dipòsit del Pla de l'Estany es localitza a prop d'Olot, en una depressió de 6ha envoltada per tres cons volcànics (Estany, Gengí, Bellaire) formada per terres sedimentàries del Terciari riques en fang i sediments rics en matèria orgànica. Les característiques sedimentàries es vinculen amb el final de l'últim òptim climàtic (Burjachs, 1994). La importància principal del dipòsit rau en que la seqüència Holocènica data des de 3470 anys BP fins a l'actualitat, i és un dels pocs dipòsits que es coneixen amb una seqüència cronològica tant llarga.

L'any 1981, Josep Maria Roure de la Universitat Autònoma de Barcelona, realitzà un nou sondeig al Pla de l'Estany.

L'any 1983, el Servei Geològic de la Generalitat de Catalunya (Josep Maria Mallarach) treballà a la zona volcànica de la Garrotxa on hi realitzà diversos sondejos.

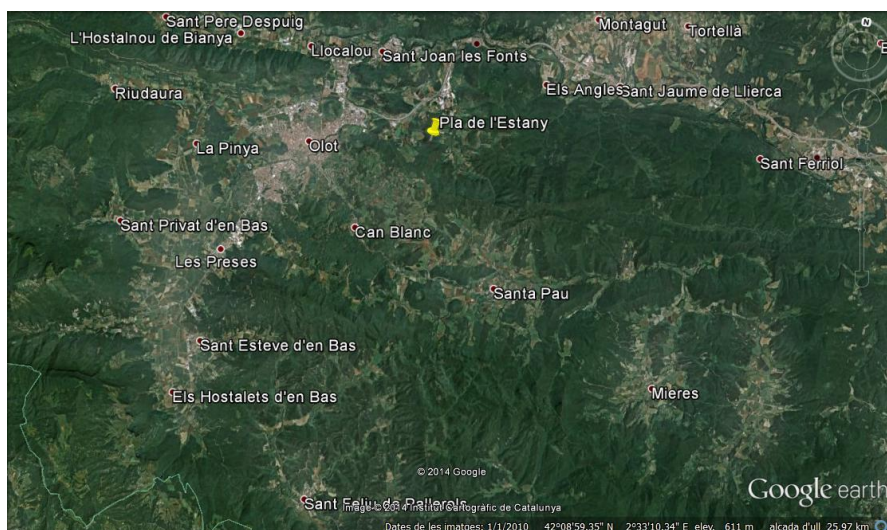


Fig. 17. Localització del dipòsit del Pla de l'Estany

Un d'aquests sondejos va ser altra vegada al Pla de l'Estany, del qual Ramon Pérez l'estudià entre els altres sondejos per a la seva tesi doctoral presentada el 1987. El mateix any es va tornar a

sondejar el dipòsit, el qual comprèn des de fa uns 190.000 anys fins a l'actualitat, el qual va ser estudiat per a Francesc Burjachs en la seva tesi doctoral presentada el 1990.

L'any 1993, Francesc Burjachs va realitzar un altre sondeig en aquesta zona. Els resultats d'aquesta anàlisi (Burjachs, 1994) mostraven que durant l'edat del bronze, quan el clima era temperat i humit, el pol·len arbori era molt important (71-85%).

Dominava el roure (*Quercus caducifoli*) (32-45%) i l'avellaner (*Corylus avellana*) (6-21%). Per altra banda, cal destacar una baixa presència d'avet (*Abies alba*) (3,4-11%), de faig (*Fagus sylvatica*) (0,3-5%) i de bedoll (*Betula*) (0,4-2,8%). La vegetació predominant consistia en un bosc de roure, boscos de pins, boscos de ribera i herbàcies (15-29%).

Durant el bronze final apareix *Cerealia* (0,1-0,9%) i un alt percentatge d'espècies arbòries (60-75%) amb *Quercus caducifoli* (23-38%). Encara continua la presència d'alguns taxons arboris i herbacis com en el bronze, i la presència de *Fagus* comença a incrementar (0,6-6%).

En la primera edat de ferro, durant la transició entre el Subboreal i el Subatlàntic, incrementa el *Fagus* (2,9-10,9%), i l'*Ulmus* (0,9-4,2%) i disminueix la presència de *Cerealia*. Els *Quercus caducifolis* també decreixen, però, hi ha un increment del *Pinus* (3,2-19,4%) i de l'Ericaceae (0,9-4,8%). *Plantago* incrementa, coincidint amb l'increment també de *Pinus* i Ericaceae.

En conclusió, durant el Subboreal, els *Quercus caducifolis* eren abundants, i típics de la vegetació potencial de la regió així com també juntament amb la presència de *Corylus*.

2.5.2. Recerca arqueopalinològica al jaciment de la Dou i de la Serra (Sant Esteve d'en Bas)

A l'any 2009, Isabel Expósito i Francesc Burjachs², van realitzar diferents anàlisis pol·líniques en diferents sectors de la vall: La Dou-2, La Dou i La Serra.

La Dou-2 consisteix en un sondeig realitzat en el marc de la intervenció preventiva duta a terme l'any 2005 a partir del qual es varen recuperar mostres de carbons vegetals corresponents a troncs cremats de dimensions considerables. La datació dels dos carbons vegetals va donar una cronologia del bronze final.

² EXPÓSITO, I.; BURJACHS, F. (2007) Anàlisi palinològica dels jaciments de La Dou-2, La Dou i La Serra (Vall d'en Bas, la Garrotxa). Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social

Pel que fa al jaciment de la Serra, on s'hi van analitzar 7 mostres, 3 de les quals vinculades al bronze i la resta a cronologies diferents. Seguidament exposo les característiques de les mostres analitzades de La Dou-2 i La Serra, ja que cronològicament aporten informació important per tant de contextualitzar paleoecològicament les anàlisis realitzades en el fossat de la Dou.

Els resultats de La Dou-2 són bastant pobres, atès que la concentració pol·línica és de 15 grans de pol·len per gram de sediment, així com la diversitat taxonòmica també és molt baixa, tant sols es van poder identificar 7 taxons pol·línics.

Tot i que els resultats no permeten realitzar una interpretació paleoecologia vàlida, permeten indicar un context climàtic de tipus temperat, i la presència d'espècies de pins (*Pinus* spp.) alzines i/o garric (*Quercus ilex-cocc.*), ginebre (*Juniperus*) com a taxons arboris. No s'ha pogut identificar cap taxó arbustiu, però sí herbacis: artemísies (*Artemisia*), gramínies (Poaceae), apiàcies (Apiaceae) i quenopodiàcies (Chenopodiaceae).

En relació a l'anàlisi dels NPP s'identifiquen tipus que es relacionen amb processos de sedimentació ràpida (*Pseudoschizaea*) relacionat amb episodis pluvials (*Rivularia*), i altres tipus de fongs, zoorestes i 'indefinites'.

En relació al jaciment de La Serra, tornen a aparèixer valors baixos pel que fa a la cronologia del bronze final: la concentració pol·línica és de 116 grans per gram de sediment i els taxons identificats són 13.

No es va poder identificar cap taxó arbori o arbustiu, i herbaci només s'han identificat les gramínies (Poaceae). En relació a les falgueres, s'han trobat les 'espores monoletes' i del gènere *Polypodium*. A més, s'ha documentat un briòfit (*Riccia*). Les algues són *Gloeotrichia*, *Rivularia* i altres indeterminades. En relació a les zoorestes, la majoria són "pèls" (partícules d'àcars). En quant als NPP 'indefinites' cal destacar la presència notable de *Pseudoschizaea* (20 grànuls / gr. de sediment sec) el "tipus 303" i "protistes".

A partir d'aquests resultats es proposa que els dipòsits d'on es varen extreure les mostres de sediment analitzades s'haurien format a partir d'entrades ràpides de sediment, probablement per pluges torrencials, que crearien també embassaments d'aigua i condicions d'humitat generalitzada.

2.5.3. Síntesis general dels resultats obtinguts a partir de les anàlisis pol·líniques a la Vall d'en Bas per cronologies del bronze final

Sintetitzant tots els anàlisis realitzats, Francesc Burjachs realitza una exposició de la paleovegetació i del paleoclima durant el bronze final (Burjachs 2009, en Alcalde *et al.*, 2009):

En el bronze final a la Vall d'en Bas hi havia boscos de caire atlàntic, com les rouredes en les parts baixes i les fagedes i avetoses en les parts altes de les muntanyes. En les planes inundades, la vegetació es caracteritzava per boscos de ribera amb salzes, verns, oms, etc. Les pluges no són molt abundants, i això es veu en la reculada de les avellanoses, i l'augment d'alzinars. També es detecta una major destrucció dels boscos per l'augment demogràfic que es produeix en relació a la necessitat d'aquests de llenya com a combustible i material constructiu. A part de la destrucció dels boscos per a talar arbres, la presència d'herbàcies assenyala també la obertura d'aquests boscos per a ocupar-los per a l'assentament de nous poblats, per a l'agricultura i per a la ramaderia. Els indicadors que assenyalen les activitats agrícola-ramaderes són els cereals, les artemísies, els blets, les gramínies, els plantatges, les asteràcies, i també de la liana de la vinya, l'ancestre silvestre de les varietats de vinya actualment cultivades.

Pel que fa a la climatologia, es caracteritza per un clima de refrescament evidenciat pels dipòsits de torba que es formen en les planes, conseqüència del desgel en les muntanyes on hi deuria nevar molt més que en l'actualitat.

3. METODOLOGIA

Un dels objectius principals del treball és avaluar com l'estudi del contingut de les estructures arqueològiques, a partir de les anàlisis pol·líniques, ens pot ajudar a caracteritzar la dinàmica de formació, d'ús i abandó d'aquestes estructures.

En aquest apartat s'exposarà la proposta metodològica dissenyada per tal d'acomplir aquest objectiu i fer possible l'aplicació pràctica.

3.1. LES ANÀLISIS POL·LÍNQUES COM A MITJÀ PER A L'ESTUDI DE LA INTERACCIÓ SOCIETAT-MEDI

La realitat social no té sentit sense el suport físic on es desenvolupa (Revelles, 2013). El suport físic és el geosistema, entès com el sistema natural on es produeixen i reproduïxen les formacions socials, i es constitueix per elements biòtics i abiòtics els quals són modificats a mesura que l'ésser humà incideix sobre ells. Per tant, les societats interactuen amb el medi, en tant que és també realitat social, i per conèixer aquestes relacions, s'ha d'integrar el medi també com a àmbit d'estudi a l'hora d'abordar qüestions relacionades amb les societats humanes.

Per tal de poder discernir si els canvis en el medi ambient en el passat van ser naturals o antròpics – o ambdós a la vegada- s'ha de dur a terme un estudi multidisciplinar a partir de les ciències relacionades amb l'arqueoecologia³. En aquest sentit, una de les subdisciplines encarregades d'estudiar l'evolució de la vegetació i les relacions entre el medi i les poblacions humanes en el passat és l'arqueobotànica. Com a disciplines arqueobotàniques trobem l'antracologia, la carpologia, la palinologia, l'estudi dels midons, fitòlits, fibres, fongs, diatomees i teixits parenquimatosos.

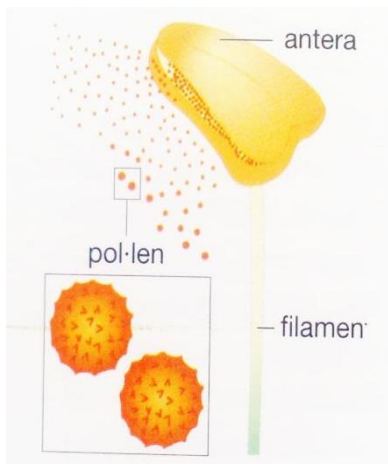


Fig. 18. El pol·len s'origina en l'antera de l'estam de la flor

Una manera de poder estudiar arqueològicament el medi o el paisatge és a partir de les restes botàniques recuperades en els jaciments arqueològics. En concret, les restes botàniques que aporten més informació relacionada amb el clima i el paisatge en el passat són les restes pol·líniques.

La Paleopalinologia Arqueològica o Arqueopalinologia és la branca de la palinologia encarregada de la identificació de grans de pol·lens i espores fossilitzats en sediments

³ Arqueoecologia: Estudi de la relació dialèctica entre organització social i geosistema, amb l'objectiu tant d'aproximar-se a les condicions mediambientals en què determinats grups es van desenvolupar, com als efectes causats sobre el medi físic per part de les pràctiques polítiques i/o econòmiques desenvolupades per les comunitats humanes (Revelles, 2013)

arqueològics, així com de la interpretació dels resultats derivats d'aquesta identificació (López Sáez et al, 2003).

El pol·len és el polsim microscòpic que es forma a l'interior de l'antera dels estams de les flors i amb el qual es fecunda l'òvul (Figura 18). El gra de pol·len és la cèl·lula sexual masculina, generalment arrodonida i de dimensions ínfimes, protegida per una membrana exterior (exina) que presenta, normalment, ornaments característics fet que permet la seva identificació. La seva natura determina el tipus de pol·linització de la planta: quan els grans són llisos i lleugers, la pol·linització es produeix a través de l'aire, i quan són gruixuts i amb superfícies granelludes, la pol·linització es produeix mitjançant els insectes. Un cop fecundat, el pol·len germina a l'estigma de les flors.

Els grans de pol·len i les espores tenen una forma bàsica esfèrica amb la paret ornamentada. Tenen, també, dos plans de simetria, el major (equatorial) i el perpendicular (polar), els quals permeten mesurar les mides del gra de pol·len per a la seva identificació. Altres característiques dels grans de pol·len que faciliten la identificació són la ornamentació de les parets i la obertura. La ornamentació pot ser: psilada, fosulada, foveolada, escàbrida, baculada, verrugosa, gemada, reticulada o pilada (Bartolomé *et al.*, 2002). La obertura en els pòl·lens pot ser inexistent, en aquest cas els pòl·lens amb aquesta característica s'anomenen 'inaperturats'. Per altra banda, els pòl·lens 'aperturats' poden ser colpats (amb la presència d'un solc en l'exina) o porats (amb la presència d'un porus en l'exina) (Molina, 2002).

L'arqueopalinologia, partint del principi de l'uniformitarisme mediambiental, permet conèixer les condicions climàtiques de l'època en què es fa l'estudi, de les espècies animals i vegetals, la manera com la societat va utilitzar els recursos dels què disposava i, de quina manera ha anat modificant el medi ambient del seu entorn en diferents períodes històrics. Així doncs, es podria entendre l'arqueopalinologia també com una ciència que estudia les relacions de les societats humanes passades amb el medi ambient.

En els anys 20 i 30 alguns arqueòlegs europeus van començar a utilitzar les anàlisis palinològiques com a eina per a la datació dels jaciments arqueològics,

relacionant els espectres pol·línics de jaciments arqueològics amb espectres pol·línics de dipòsits naturals.

Iversen als anys 40 és qui dona un impuls a la palinologia aplicada a l'arqueologia quan precisa la introducció de l'agricultura al nord d'Europa i estudia de quina forma van alterar les societats passades el medi ambient per la introducció de noves espècies vegetals, de les quals aconsegueix obtenir-ne molta informació. Tot i que la palinologia sigui una ciència relativament jove, és una de les més desenvolupades i especialitzades en l'arqueobotànica (Burjachs, 1992).

Així doncs, tenint en compte que les anàlisis pol·líniques mostren tal i com va ser la vegetació en el moment estudiat, l'arqueopalinologia permet conèixer l'evolució de la cobertura vegetal, la modificació antròpica de l'ambient i la migració d'espècies. En concret, són una sèrie de qüestions com la desforestació del voltant d'un jaciment, la seva antropització i l'enriquiment dels sòls amb nutrients, la utilització selectiva d'alguna espècie, l'existència d'una cabana ramadera, la introducció d'espècies exòtiques així com l'establiment de cultius, el grau de contaminació de les aigües, l'evolució temporal del trofisme, la utilització selectiva del foc, l'origen natural o antròpic dels incendis, la relació entre els períodes de sequedat i humitat, el nivell de circulació de l'aigua, la variació del nivell de la capa freàtica, el grau d'erosió, i fins i tot del mateix nivell d'antropització d'un jaciment en el sentit de poder quantificar el grau d'ocupació i les fases d'abandonament (López Saez et al, 2003).

També cal destacar que l'anàlisi palinològica no solament engloba els grans de pol·len, sinó que també s'analitzen els palinomorfs no pol·línics (PNP o NPP *Non-pollen palynomorphs*) els quals ens aporten informació molt detallada per a la coneixença de les condicions mediambientals locals.

Segons Carrión (Carrión *et al.*, 2000 en Burjachs *et al.*, 2003) l'arqueopalinologia ha estat desprestigiada per un seguit de suposicions: per discontinuïtats sedimentàries, per la destrucció i conservació diferencial dels palinomorfs, pel biaix tafonòmic originat per les migracions dins del sistema (activitats antròpiques o animals) i pels problemes provocats pel moviment vertical dels palinomorfs. A més, a partir dels problemes tafonòmics, ocasionalment les dades no són estadísticament fiables.

En contrapunt, les bases de la palinologia es centren en que la pluja pol·línica actual representa la vegetació, la conservació de palinomorfs no modifica la imatge de la pluja pol·línica, i que el mostreig palinològic, l'extracció química dels palinomorfs, el seu comptatge i la determinació mostren correctament la imatge de la pluja pol·línica (López Sáez *et al.*, 2003).

Les tres variables utilitzades per a que una anàlisi palinològica sigui vàlida són la diversitat taxonòmica, la *pollen sum*, i la concentració pol·línica (López Saez *et al.* 2003):

La *pollen sum* és el número de grans de pol·len terrestres comptats en cada mostra. Els grans de pol·len que no es poden identificar per mala preservació es consideren 'indeterminables', i si la quantitat d'indeterminables supera el 50% de la *pollen sum*, l'anàlisi pol·línic no es considera ni vàlid ni representatiu. Com hem dit, un altre criteri per avaluar la representativitat d'una mostra és la concentració pol·línica, sobretot si la concentració pol·línica és inferior a 1000 grans/gram de sediment.

Per a considerar estadísticament fiable un espectre pol·línic en contextos arqueològics hi ha divergència d'opinions: 200-300 pòl·lens (Barkley 1934; Martin 1963), 200-300 pòl·lens (Clary, 1989), 150-300 pòl·lens (Burjachs, 1990).

Pel que fa la diversitat taxonòmica, un espectre es considerarà vàlid quan superi de 20 taxons pol·línics.

En resum, per tal que un espectre pol·línic es pugui considerar vàlid, fiable o representatiu, cal que siguin presents entre 200-300 grans de pol·len, amb la presència mínima de 20 taxons, i el percentatge d'indeterminables sigui inferior al 50% del total (Sánchez Goñi, 1993).

3.1. PROPOSTA METODOLÒGICA

En aquest apartat es descriuen els diferents procediments i fases de treball seguides per a la consecució dels objectius fixats, fent incidència en les diferents tècniques i criteris aplicats.

Els estudis paleopalinològics contemplen els següents passos o processos: primer de tot es realitza el mostreig del sediment interessat, posteriorment es realitza el

tractament físico-químic, la identificació i recompte dels palinomorfs, la representació gràfica i la interpretació dels resultats (López Sáez *et al.*, 2013).

3.1.1. Mostreig

El treball del mostreig és un dels passos més importants de tot el procés. Si el procediment de mostreig no es realitza adequadament, el sediment es pot contaminar, fet que pot provocar una alteració en l'exina pol·línica o la mateixa destrucció del pol·len i modificar el resultat final de representació pol·línica. Per tant, és recomanable que el mostreig el realitzi o el controli un palinòleg.

A l'hora de realitzar el mostreig vertical del perfil estratigràfic s'han de tenir diferents qüestions en compte (Alonso *et al.*, 2003): utilitzar contenidors estèrils per a evitar la contaminació de la mostra i el contacte directe amb les mans.

Abans d'extreure el sediment cal netejar el perfil d'on es volen agafar les mostres per tal d'eliminar les possibles restes de pol·len actual que s'hagin pogut incrustar en el perfil sedimentari (López Sáez *et al.*, 2013).

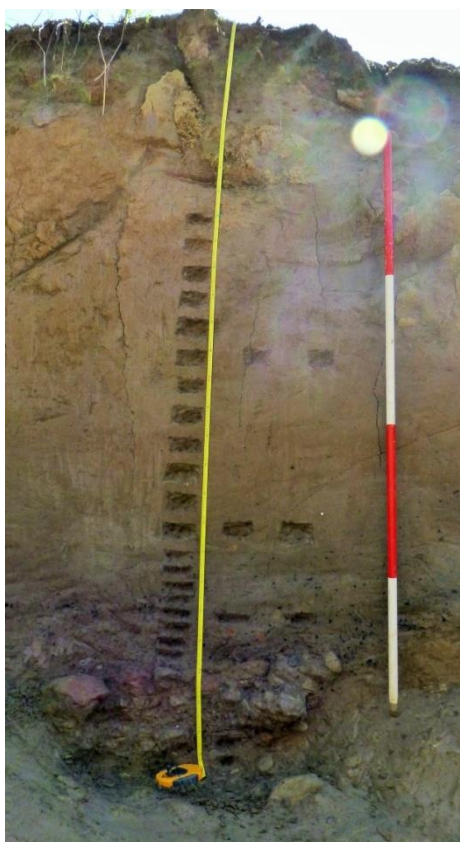


Fig. 19. Perfil mostrejat

En el cas del fossat de la Dou, del perfil del fossat es van extreure 22 mostres de sediment des de la base del perfil fins a les capes més superficials (3'10 m aproximadament). Extraient una mostra cada 10 cm des del nivell III. A partir del nivell IV el mostreig s'ha fet cada 5 cm (Figures 19 i 20) ja que es decideix augmentar la resolució en els nivells arqueològics que presenten una menor potència estratigràfica. El nivell III, al ser posterior a l'estructura i presentar una potència de més d'1 metre, es decideix mostrejar amb una menor resolució.

El sediment extret s'ha guardat en bosses de plàstic amb auto-tancament.



Fig. 20. Recollida de les mostres de sediment en el mostreig

3.2.2 Tractament dels sediments

Una vegada s'ha recollit el sediment necessari, cal tractar-lo seguint una sèrie de processos físico-químics per tal d'aïllar les restes palinològiques de la matriu sedimentària: aquest procés s'ha realitzat a partir de la tècnica de Goeury/Beaulieu (1979) modificada parcialment per Burjachs *et al.* (2003).

Per tal d'iniciar el procés, s'anoten a la fitxa de tractament (adjuntada a l'annex), on s'hi escriuran la resta de dades, els grams de sediment dels quals es parteix. S'agafen 10 grams de sediment per mostra i es pesen utilitzant un got de precipitats, el qual, prèviament, ha d'ésser tarat (Figura 20).



Fig. 20. A l'esquerra, les mostres de sediment agafades dels diferents estrats. A la dreta, el pesatge del sediment.

Aleshores, amb la finalitat d'eliminar els carbonats del sediment, s'afegeix progressivament àcid clorhídric (HCl diluït al 50%) fins que l'àcid ja no reaccioni (Figura 21). En aquest pas és important anotar a la fitxa de tractament el tipus de reacció (molta, poca, etc), per tal d'avaluar la quantitat relativa de carbonats en el sediment.



Fig. 21. Gots de precipitats amb el sediment prèviament pesat i afegint-hi progressivament àcid clorhídric.



Fig. 22. Tamisat del sediment lliure de carbonats

Quan la reacció de l'àcid ha acabat, es filtra la barreja dels gots de precipitat mitjançant tamisos de malla 0,5 eliminant aquells residus que no s'hagin diluït (Figura 22), els quals es guarden per a pesar-los, una vegada s'hagin eixugat, i anotar-ne el pes a la fitxa. Seguidament s'equilibra el pes dels tubs per tal de poder-los introduir a la centrífuga.



Fig. 23. Cicle de rentats

La centrífuga és la màquina que permetrà realitzar el cicle de rentats que inclou: afegir aigua destil·lada, homogeneïtzar, equilibrar els tubs (els que enfrontats en la centrífuga han de tenir el mateix pes) i centrifugar-ho a 2.500rpm durant 3 minuts (Figura 23). Una vegada hagin passat els 3 minuts i la màquina es pari, caldrà eliminar el sobrenedant, el qual es decanta, i es reomple el tub amb aigua destil·lada. Aquest procés s'ha de repetir fins que el sobrenedant sigui mínimament

transparent. Solen caldre només dos rentats en aquesta fase inicial.

Seguidament s'afegeix hidròxid sòdic o potàssic prèviament diluït al 10% (NaOH o KOH), i es posen al bany maria 10 minuts una vegada s'han homogeneïtzat amb una vareta (Figura 24). Després, s'equilibren i es centrifuguen els tubs, es decanta el sobrenedant i es torna a iniciar el cicle de rentats fins que una altra vegada, el sobrenedant sigui transparent. Aquest procés necessitarà el mateix número de rentats o un més que el cicle de rentats anterior, és a dir, 2 o 3 rentats. A l'últim rentat, però, cal afegir-hi 2 gotes d'àcid clorhídric diluït al 50%. Si tot i això el sobrenedant continua sense ser transparent, caldrà afegir-hi 2 gotes més d'àcid clorhídric per cada rentat extra realitzat. Així doncs, després de la última decantació es deixa el tub sense tapa i boca avall per tal d'eliminar l'aigua de dins. Aquest procés, doncs, permetrà la dissolució dels àcids húmics.



Fig. 24. Tubs al bany maria durant 10 minuts

Continuant amb el procés, s'eixuguen les parets interior del tub on hi poden haver quedat residus d'aigua. Aleshores s'afegeixen 30 ml de Licor de Thoulet, s'homogeneïtza i es centrifuga. Es decanta el sobrenedant a la unitat d'aspiració on s'hi col·loca un filtre de fibra de vidre per tal d'atrapar el residu pol·línic i reciclar el Licor de Thoulet (Figura 25).



Fig. 25. Fibra de vidre amb les restes que queden del procés

Els filtres de fibra de vidre s'introdueixen a dins d'uns altres tubs i s'hi afegeix àcid fluorhídric diluït al 70% per tal d'eliminar la fibra de vidre i els silicats. Es deixa actuar l'àcid un temps mínim d'una hora removent els tubs de tant en tant amb varetes de plàstic.

Per acabar el procés s'afegeix àcid clorhídric al 50%. S'equilibra amb aigua destil·lada, es centrifuga, es decanta i es renta varies vegades fins que el sobrenedant sigui transparent. Quan s'hagi acabat la última decantació els tubs es deixen cap per avall per tant de perdre tota l'aigua possible.

A cada tub s'afegeix glicerina fenolada (100 ml) diluïda amb aigua destil·lada, s'homogeneïtza i amb una micropipeta s'absorbeix la quantitat necessària anotant-ho a la fitxa. El residu que queda es guarda en microtubs (*eppendorf*) o es munta directament al portaobjectes.

Per tal de muntar les mostres, es mesura el residu amb una pipeta decantant-lo a un portaobjectes etiquetat. Seguidament, s'hi afegeix un cobreobjectes i es segella amb *histolaque* (Figura 26). Es deixen assecar les mostres un cert temps i ja es pot procedir a realitzar el comptatge.

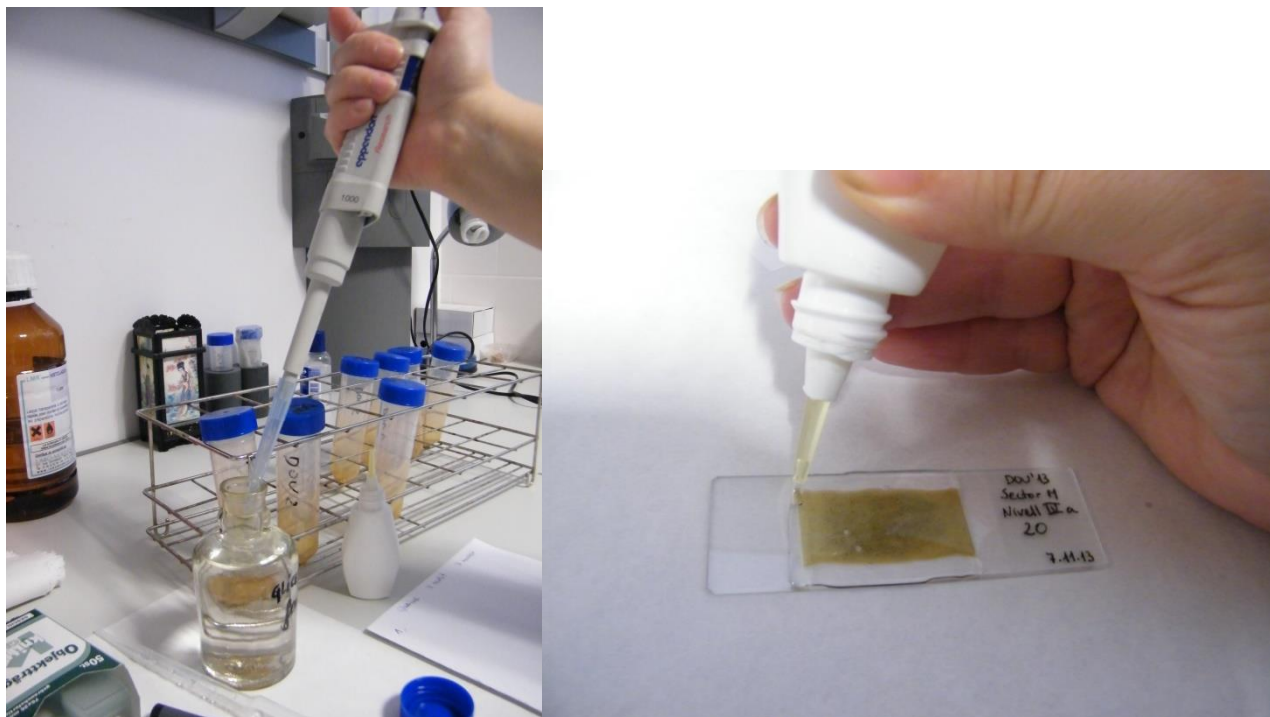


Fig. 26. Muntatge de les mostres

3.2.3. Comptatge pol·línic

Una vegada preparades les mostres, cal procedir a realitzar la determinació i el comptatge pol·línic. Per a aquest procés es necessita un microscopi amb augments d'entre 40x i 100x, però s'aconsella que s'usin els augments de 40x i 60x.

És convenient, també, comptar amb col·leccions de referència de pol·len actual i antic, claus dicotòmiques o manuals⁴ (ja sigui de pol·len, espores, fongs, etc.) per tal que es pugui realitzar una comparació del palinomorf visualitzat en el microscopi i el taxó o tipus de palinomorf real i poder realitzar una correcta identificació.

La metodologia realitzada és la següent: s'han de llegir totes les línies de la mostra (files del microscopi) i anotar en una fitxa de comptatge els resultats obtinguts. En cada fitxa de comptatge, que correspon a cada mostra analitzada, s'ha d'anotar les dades relatives al jaciment, i en concret, les dades que ja s'hauran omplert a l'hora de realitzar el tractament físico-químic i que aporten informació sobre cada mostra.

Aleshores, es pot començar a realitzar la identificació i comptatge de cada pol·len, anotant la presència de cada taxó determinat.

3.2.4. Representació gràfica

Per tal de representar gràficament els resultats, hem realitzat el diagrama pol·línic amb el programa *Tilia* i també utilitzat l'*Excel*.

Tilia és un programari de tipus full de càlcul i programari de gràfics originalment desenvolupat per al pol·len fòssil i per a produir diagrames estratigràfics de pol·len. També ha estat àmpliament utilitzat per a altres tipus de dades de microfòssils, incloent diatomees i ostràcodes. El programa inclou fulls de treball per a les metadades: incloent dades geocronològiques i models d'edat. El programari també pot realitzar anàlisis clúster i produir models d'edat. La versió actual funciona amb totes les versions de XP i versions posteriors.⁵

⁴ Llibres d'identificació palinològica recomanats: REILLE, M. (1992) Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord (1992), MOORE, WEBB I COLLINSON (1991) Pollen analysis

⁵ Eric C. Grimm. (2013) TILIA (11 de juny 2014), des de <http://www.neotomadb.org/data/category/tilia>

Per a començar, s'anoten els tipus de palinomorfs a l'*Excel* (Figura 27) així com altres dades importants com són la suma del pol·len total i dels NPP, la suma total (pol·len total + NPP), l'amplada (en mil·límetres), les línies llegides, el camp de visió, el volum muntat, el volum total, el pes i la concentració de pol·len total (grans de pol·len per gram de sediment). Per altra banda s'afegeix un codi o atribut de cada columna i un nom de subgrup. Aleshores s'anoten els resultats numèrics obtinguts del comptatge de pol·len i es realitzen les operacions matemàtiques necessàries per a calcular el percentatge de concentració pol·línica.

La fórmula⁶ és la següent:

$$CP = \frac{\left(\frac{l \times T}{n \times c} / v \right) \times V}{p}$$

1	Profunditat	8	12	14	17	19	20	21	22
2	Taxó								
3	Pinus	0	1	0	2	1	1	2	1
4	Quercus I-occ.	0	0	0	0	0	0	2	0
5	Corylus	0	1	0	0	1	0	4	1
6	Philirea	0	0	0	0	0	0	1	0
7	Poaceae	0	0	0	0	0	1	0	7
8	Chenopodiaceae	0	1	0	0	0	0	1	0
9	Asteraceae sub.	0	0	0	1	0	0	0	0
10	Filipendula	0	0	0	0	0	0	1	0
11	Plantago	0	0	0	0	0	0	1	0
12	AP	0	2	0	2	2	1	3	2
13	NAP	0	1	0	1	0	1	3	7
14	espores monoletes	0	0	0	0	3	8	9	6
15	espores triletes	0	0	0	0	1	0	1	0
16	Pseudoschizaea	0	5	1	10	28	19	11	11
17	protistes	8	9	1	9	11	20	23	4
18	hphae	0	0	0	2	0	0	0	0
19	Sporogira	0	0	0	0	1	0	0	0
20	Rivularia	2	10	0	11	11	22	11	1
21	Hdv-128b	0	0	0	0	0	1	6	3
22	Dicelcoconides (T)	0	0	0	0	0	3	5	1
23	Hdv-52	4	2	0	8	21	169	448	8
24	Hdv-36a	0	0	0	2	11	7	10	0
25	Phragmospores	0	0	0	0	0	0	1	0
26	Dicelcoconides	0	0	0	2	3	0	0	0
27	Indeterminables	0	1	0	1	4	2	4	7
28	POL LEN TOTAL	0	3	0	3	2	2	12	9
29	NPP TOTAL	14	26	2	44	90	249	525	34
30	SUMA TOTAL	14	29	2	47	92	251	537	43
31	Amplada (mm)	21	21	12	25	29	28	28	25
32	Línies	8	13	16	15	20	13	14	7
33	Camp visió	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
34	Volum muntat	94	100	112	128	136	100	102	147
35	Volum total	94	100	112	128	136	100	102	147
36	Pes	16.08	15.37	15.67	15.08	16.06	16.54	16.49	15.97
37	Concentració Pol	0	0.6306	0	0.6631	0.4514	3.0906	4.8514	6.709

Pinus	0	0.2102	0	0.4421	0.2257	1.5453	0.8086	0.7454
Quercus I-occ.	0	0	0	0	0	0	0.8086	0
Corylus	0	0.2102	0	0	0.2257	0	1.6111	0.7454
Philirea	0	0	0	0	0	0	0.4043	0
Poaceae	0	0	0	0	0	0	1.5453	5.2181
Chenopodiaceae	0	0.2102	0	0	0	0	0.4043	0
Asteraceae sub.	0	0	0	0.2221	0	0	0	0
Filipendula	0	0	0	0	0	0	0.4043	0
Plantago	0	0	0	0	0	0	0.4043	0
AP	0	0.4204	0	0.4421	0.4514	1.5453	3.6386	1.4393
NAP	0	0.2102	0	0.2221	0	1.5453	1.2123	5.2181
espores monoletes	0	0	0	0	0.6771	12.362	3.6386	4.4727
espores triletes	0	0	0	0	0.2257	0	0.4043	0
Pseudoschizaea	0	1.051	0.0957	2.2104	5.32	29.36	4.4471	8.1939
protistes	4.3532	1.8918	0.0957	1.8934	2.4829	30.906	9.2386	2.3818
hphae	0	0	0	0.4421	0	0	0	0
Sporogira	0	0	0	0	0.2257	0	0	0
Rivularia	1.0883	2.102	0	2.4315	2.4829	33.936	4.4471	0.7454
Hdv-128b	0	0	0	0	0	1.5453	2.4257	2.2363
Dicelcoconides (T)	0	0	0	0	0	4.8358	2.0241	0.7454
Hdv-52	2.1765	0.4204	0	1.7683	4.74	25.15	9.112	5.8236
Hdv-36a	0	0	0	0.4421	2.4829	10.817	0.4043	0
Phragmospores	0	0	0	0	0	0	0.4043	0
Dicelcoconides	0	0	0	0.4421	0.6771	0	0	0
Indeterminables	0	0.2102	0	0.2221	0.3029	3.0906	1.6111	5.2181

Fig. 27. Fulla d'*Excel* amb les dades

Aleshores s'introdueixen les dades, resultants del càlcul de la concentració pol·línica, en el programa *Tilia* (Figura 28).

Una vegada s'ha omplert el full amb el càlcul de la concentració pol·línica ja es pot realitzar el diagrama.

⁶ **p** és el pes del sediment processat, **V** el volum total de residu obtingut després del tractament, **v** el volum de residu muntat en la làmina microscòpica, **c** l'amplada de camp del microscopi utilitzat per comptar, **l** l'amplada del cobreobjectes, **n** el número de "línies" comptades i **T** el número total de pòl·lens comptats.

File Edit Insert Delete Calc Tools Help													
Data Metadata													
	A	B	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Pollen			8	12	14	17	19	20	21	22		
2	Code	Name	Group										
3	p	Pinus	A	0	0,21019...	0	0,44208...	0,22571...	1,54528...	0,80857...	0,74544...		
4	q	Quercus il-cocc.	A	0	0	0	0	0	0	0,80857...	0		
5	c	Corylus	A	0	0,21019...	0	0	0,22571...	0	1,61714...	0,74544...		
6	ph	Phillyrea	A	0	0	0	0	0	0	0,40428...	0		
7	po	Poaceae	B	0	0	0	0	0	1,54528...	0	5,21811...		
8	ch	Chenopodiaceae	B	0	0,21019...	0	0	0	0	0,40428...	0		
9	as	Asteraceae tub.	B	0	0	0	0,22104...	0	0	0	0		
10	f	Filipendula	B	0	0	0	0	0	0	0,40428...	0		
11	pl	Plantago	B	0	0	0	0	0	0	0,40428...	0		
12	ap	AP	C	0	0,42039...	0	0,44208...	0,45143...	1,54528...	3,63856...	1,49089...		
13	nap	NAP	D	0	0,21019...	0	0,22104...	0	1,54528...	1,21285...	5,21811...		
14	mo	esporos monoletes	E	0	0	0	0	0,67714...	12,3622...	3,63856...	4,47267...		
15	tri	esporos triletes	E	0	0	0	0	0,22571...	0	0,40428...	0		
16	ps	Pseudoschizaea	E	0	1,05099...	0,09572...	2,21043...	6,32004...	29,3603...	4,44713...	8,19989...		
17	pro	protistes	E	4,35323...	1,89179...	0,09572...	1,98938...	2,48287...	30,9056...	9,29856...	2,98178...		
18	hi	hiphae	E	0	0	0	0,44208...	0	0	0	0		
19	spl	Spirogyra	E	0	0	0	0	0,22571...	0	0	0		
20	ri	Rivularia	E	1,08830...	2,10199...	0	2,43147...	2,48287...	33,9962...	4,44713...	0,74544...		
21	128	HdV-128b	E	0	0	0	0	0	1,54528...	2,42571...	2,23633...		
22	329	Dyctioconidies (TM-329)	E	0	0	0	0	0	4,63584...	2,02142...	0,74544...		
23	52	HdV-52	E	2,17661...	0,42039...	0	1,76834...	4,74003...	261,152...	181,119...	5,96356...		
24	36a	HdV-36a	E	0	0	0	0,44208...	2,48287...	10,8169...	4,04285...	0		
25	phr	Phragmospores	E	0	0	0	0	0	0	0,40428...	0		
26	36c	HdV-36c	E	0	0	0	0	0	0	0	0		
27	dyc	Dyctiospores	E	0	0	0	0,44208...	0,67714...	0	0	0		
28	indet	Indeterminables	F	0	0,21019...	0	0,22104...	0,90286...	3,09056...	1,61714...	5,21811...		
29													
30													
31													
32													
33													
34													

Fig. 28. Programa *Tilia*

4. RESULTATS

Es descriuen en aquest apartat el resultats obtinguts una vegada aplicada la metodologia descrita en el capítol anterior.

Una vegada realitzat el comptatge dels palinomorfs el diagrama obtingut és el següent (Figura 29):

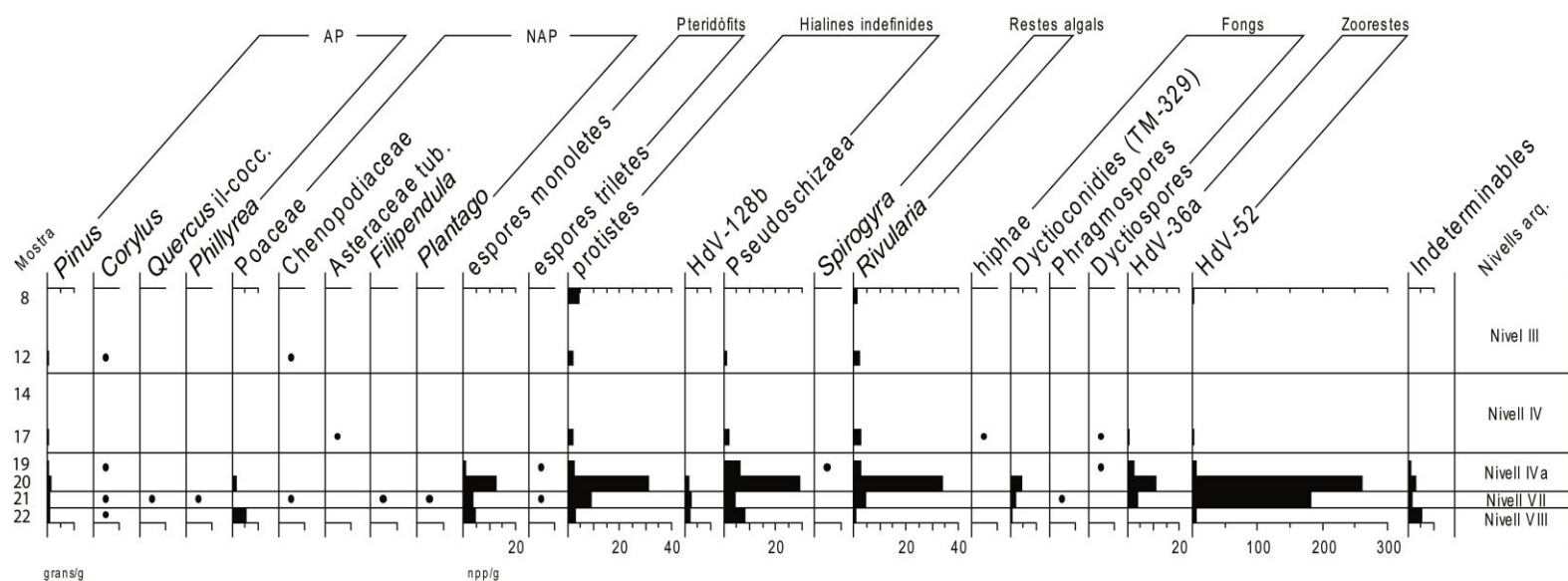


Figura 29. Diagrama pol·línic de les mostres extretes del perfil del fossat expressats en concentració pol·línica: grans/g i NPP/g

El diagrama pol·línic es llegeix de la següent manera: a la part superior del diagrama es troben els diferents palinomorfs presents en la mostra. A la part esquerra, es mostren les diferents mostres analitzades, i a la part dreta, la seva correspondència en els nivells o estrats arqueològics. Pel que fa a la zona inferior es mostra la proporció de grans de pol·len/gra de sediment o nombre de NPP/gra de sediment. La representació dels resultats es mostra en barres quan es tracta de la presència de grans de pol·len o NPP/gram de sediment, o es representa amb un punt quan indica simplement la presència d'un taxó determinat.

La qüestió més remarcable del diagrama pol·línic és la ínfima presència de pol·len de les mostres extrems del fossat del jaciment de la Dou. Per aquesta raó, no es pot realitzar una interpretació global del paleoambient, però el que sí es pot avaluar és la presència d'alguns dels taxons com *Pinus*, *Corylus*, *Quercus ilex-coccifera*, *Phillyrea*, Poaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae tubuliflora, *Filipendula* i *Plantago*.

En general el que ha aparegut en més quantitat han estat els NPP com les protistes i *Pseudoschizaea* (hialines indefinides), *Rivularia* (resta algal) i el tipus HdV-52 (zooresta). Els altres NPP minoritaris són les espores monoletes i triletes, tipus HdV-128b (hialina indefinida), *Spirogyra* (resta algal), hiphae, Dytioconidies (TM-329), Phragmospores (fongs) i tipus HdV-36a (zooresta). Cal destacar també que s'han trobat alguns pol·lens indeterminables en els nivells IVa, VII i VIII.

Per altra banda, la major part de palinomorfs s'han localitzat en els estrats inferiors: l'estrat VIII, l'estrat VII i l'estrat IVa (Taula 2).

NIVELL	Descripció del nivell	Descripció pol·len	Descripció NPP
III	Llims plàstics, grisosos i amb presència de sorres	1 gra de <i>Corylus</i> , 1 de Chenopodiaceae i 1 de <i>Pinus</i> CP: 0,63	Protistes, <i>Rivularia</i> , <i>Pseudoschizaea</i> i HdV-52
IV	Llims negres, termoalterat amb carbons i una presència significativa de material arqueològic	1 taxó de <i>Pinus</i> i 1 d'Asteraceae tubuliflora CP: 0,66	Protistes, <i>Rivularia</i> , <i>Pseudoschizaea</i> , <i>Hiphae</i> , <i>Dytiospores</i> i HdV-52
IVa	Llims negres, termoalterat amb carbons i una presència	2 taxons de <i>Pinus</i> , 1 de <i>Corylus</i> i 1 de Poaceae	Més quantitat d'NPP: espores monoletes i triletes, Protistes

	significativa de material arqueològic	CP: 3,54	<i>Rivularia</i> , HdV-36a, HdV-52, <i>Dyctioconidies</i> i <i>Pseudoschizaea</i> ,
VII	Sorres marrons amb presència de taques de carbó i material arqueològic. Nombrosos blocs de pedra	1 taxó de <i>Pinus</i> , 1 de <i>Corylus</i> , 1 de <i>Quercus il-cocc.</i> , 1 de <i>Chenopodiaceae</i> , 1 de <i>Filipendula</i> , 1 de <i>Plantago</i> CP: 4,85	Espores monoletes i triletes, Protistes, <i>Pseudoschizaea</i> , <i>Rivularia</i> , <i>Dyctioconidies</i> , HdV-128b, HdV-36a i HdV-52
VIII	Terrassa fluvial	1 taxó de <i>Pinus</i> , 1 de <i>Corylus</i> i 7 de <i>Poaceae</i> CP: 6,70	Disminueix la quantitat d'NPP. Bàsicament apareixen espores monoletes, Protistes, <i>Pseudoschizaea</i>

Taula 2. Taula amb la descripció de cada nivell, dels pòl·lens i dels NPP

Per altra banda, els nivells on han aparegut més taxons pol·línics han estat el VII i el VIII (terrassa fluvial), nivells associats a l'ús del fossat abans de l'abandonament. On han aparegut més NPP han estat als nivells IVa i IV, on es detecta la major presència de material arqueològic, moment, probablement, quan es va començar a abandonar el fossat (Taula 3).

	M8	M12	M14	M17	M19	M20	M21	M22
Variabilitat taxonòmica (>20 taxons)	0	3	0	2	2	2	7	3
Suma pol·línica (>300)	0	3	0	3	2	2	12	9
Concentració pol·línica (>300-500 grans/g)	0	0,63	0	0,66	0,45	3,09	4,85	6,70

Taula 3. Taula amb els resultats de la variabilitat taxonòmica, suma pol·línica i concentració pol·línica de cada mostra

S'observa, en la taula, que cap de les mostres analitzades arriba a 20 taxons presents, i la suma pol·línica i la concentració pol·línica tampoc arriben als valors establerts per a considerar-se representatiu l'estudi. Per tant, l'anàlisi palinològica realitzada en el fossat de la Dou no és ni representativa ni vàlida per a poder realitzar una interpretació paleoambiental al voltant del jaciment.

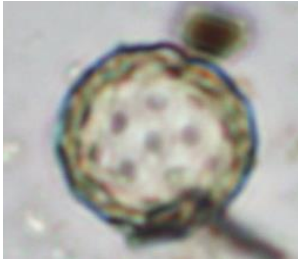


Fig. 30. Pol·len de
Chenopodiaceae

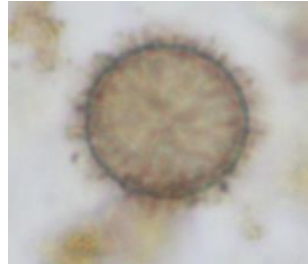


Fig. 31. *HdV-128b*

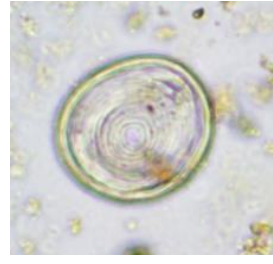


Fig. 32. *Pseudoschizaea*

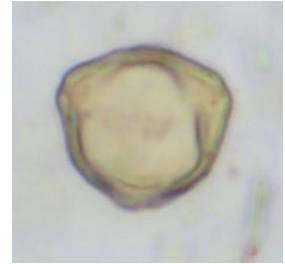


Fig. 33. Pol·len de
Corylus



Fig. 34. Pol·len de *Pinus*



Fig. 35. Pol·len de *Phillyrea*



Fig. 36. *Phragmospores*

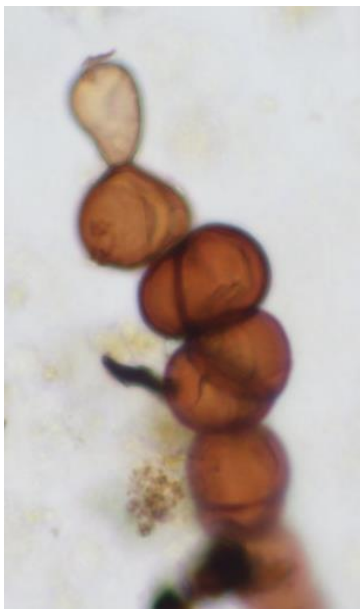


Fig. 37. *Dytioconidies*
TM. 329



Fig. 38. *hiphae*

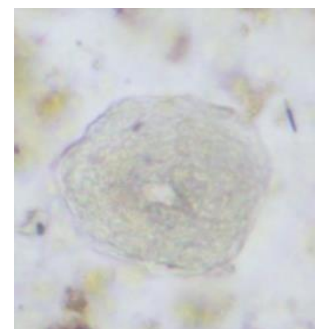


Fig. 39. *protista*

5. DISCUSSIÓ DELS RESULTATS

El dipòsit sedimentari del fossat de la Dou es caracteritza per la mala preservació de les microrrestes vegetals, amb una esterilitat pel que fa a l'anàlisi pol·línica. Es pot confirmar una esterilitat parcial en el sediment, atès que la màxima concentració pol·línica es detecta en el nivell VIII amb 6'7 grans de pol·len per gram de sediment.

Com s'assenyala en l'article (López Garcia *et al.* 2002) “*muchas han sido las muestras palinológicas procedentes de contextos arqueológicos que hemos estudiado, y una gran parte de ellas han resultado estériles*”. Però, malauradament, la majoria de les anàlisis palinològiques negatives mai es publiquen.

Francesc Burjachs (2009) va realitzar una anàlisi pol·línica a la Dou-2 (molt proper a la Dou), jaciment de la mateixa cronologia que el fossat, i va concloure que les dades obtingudes eren també molt pobres per a poder realitzar una interpretació vàlida del paleopaisatge.

Freqüentment, els estudis palinològics fallits es realitzen en jaciments arqueològics i paleontològics a l'aire lliure, en coves i en abrics, tot i que en aquests dos últims llocs la preservació del pol·len sol ser major que a l'aire lliure. La majoria de jaciments a cel obert estèrils corresponen cronològicament a l'holocè i són aquells jaciments amb capes de sorres i de graves, amb nivells d'argiles vermelles, ambients salins, amb zones humides amb fortes dinàmiques geomorfològiques o amb sediments on el pH és baix. A més l'activitat d'insectes, cucs de terra, arrels o oxidació, també són fenòmens que alteren la preservació dels palinomorfs (Carrión *et al.*, 2009).

A partir de la corrosió, oxidació, degradació, danys mecànics, etc. l'exina pol·línica, formada per esporopol·lenina es va deteriorant tot i ser extremadament resistent (Lebron *et al.*, 2010).

De fet, un projecte ben dissenyat no hauria de produir un resultat completament negatiu, ja que sempre hi ha la oportunitat per a aprendre alguna cosa (Carrión *et al.*, 2009). En aquest sentit, l'absència de restes de pol·len i espores aporta una informació important per entendre els processos de formació del jaciment i de rebliment d'una macroestructura d'aquest tipus.

Així doncs, els resultats d'aquest estudi no són completament negatius, atès que podem arribar a concloure algunes qüestions com la presència de diferents taxons pol·línics que apunten alguns trets aproximats de la vegetació que hauria existit en un moment determinat. Així, podem afirmar que a l'entorn proper del jaciment, en els episodis de rebliment del fossat, hi havia la presència de boscos, camps i pastures (*Pinus*, *Corylus*, *Quercus ilex-coccifera*, *Phillyrea*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae tubuliflora*, *Filipendula* i *Plantago*).

No obstant això, els NPP (palinomorfs no pol·línics) juguen un paper molt important en corroborar o mostrar les condicions ecològiques dels sediments analitzats (Cook *et al.*, 2014). Així doncs, la informació que aporten els NPP pot ajudar a esclarir les condicions de rebliment del fossat de la Dou durant el bronze final.

Els palinomorfs no pol·línics són microfòssils compostats per esporopol·lenina o 'chitin' (Traverse, 1988 en Medeanic *et al.*, 2008). Els palinomorfs no pol·línics són més resistents a la corrosió i a l'oxidació que els pol·lens i les espores, a més, no es destrueixen durant el procés de tractament químic de les anàlisis palinològiques, per tant, el seu estudi és bàsic per a intentar conèixer les condicions de rebliment del fossat de la Dou. Així doncs, la interpretació que es pot realitzar d'alguns d'aquests NPP en relació a la dinàmica d'us, rebliment i abandó dels fossats de la Dou es la següent:

- La *Concentricystis* o *Concentricystes* (Christophery, 1976 en Scott, 1992) o *Pseudoschizaea* (Scott, 1992) és un microrresta d'origen indefinit que es troba sovint en les anàlisis de diversos tipus de sòls i sediments del Quaternari sobretot en dipòsits i sediments lacustres (Tang *et al.*, 2013). La *Pseudoschizaea* podria ser un indicador de climes càlids amb temporades locals d'assecamment (Scott, 1992). Alguns autors (Pantaleón *et al.*, 1996) pensen que són espores d'origen indeterminat i que recurrentment es troben associades a fenòmens d'erosió del sòl. Alguns autors ho relacionen amb zones humides d'aigua dolça (Montonya *et al.*, 2010) com pantans i rius (Alfred Traverse, 2010). També en la mateixa línia (Tang *et al.*, 2013) es relaciona amb zones d'habitats palustres o aiguamolls tan naturals com

artificials. Altres articles (Chapa *et al*, 2013) relacionen aquest microfòssil amb processos erosius i de sedimentació ràpids.

- L'*Spirogyra* és un tipus d'alga verda que es troba freqüentment en zones d'aigua dolça (Cook *et al*, 2014), així, és un indicador de condicions humides (Kaal *et al*, 2013). També s'associa a aigües estancades riques en matèria orgànica, poc profundes i, en ocasions, de caràcter alcalí (Van Geel *et al.*, 1981).
- L'alga *Rivularia* es relaciona amb ambients eutròfics, amb alta presència de nutrients (Medeanic, 2008).
- Els *Hyphae* són fongs que es troben sovint entre els intervals dels sediments. Una alta freqüència d'aquest palinomorfe és probablement suggestiu de zones pantanoses o inundades. L'alta presència d'aquest fong indica alta concentració orgànica i períodes de tempestes o riuades (Limaye *et al.*, 2007).
- L'*HdV-128b* s'associa a l'increment d'algues sovint relacionat amb nivells mitjans de nutrients, és a dir, en condicions mesotròfiques (Laine *et al*, 2010). Així doncs aquest palinomorfe també indica condicions ambientals humides.
- L'*HdV-52* són pèls de microorganismes i l'*HdV-36a* són restes d'extremitats (d'àcars) (Cugny, 2011).

Per tant, utilitzant aquests indicadors mediambientals podem realitzar una interpretació a partir de la informació que ens aporten els palinomorfs no pol·línics: s'observa en aquesta línia que en el fossat apareixen indicadors que mostren que el reblliment del fossat estaria vinculat a l'avinguda dels lloms, que caracteritzen els diferents nivells, per mitjà de l'aigua. Aquesta aigua crearia petits basals d'aigua estancada i rica en matèria orgànica.

A partir d'aquestes dades, proposem la següent interpretació en relació a la dinàmica de rebliment del fossat de la Dou:

- En el nivell VIII o nivell de terrassa fluvial, trobem una major quantitat de pol·len de *Poaceae* per tant interpretem que quan es va realitzar la construcció del fossat, aquest tipus de pol·len, procedent d'àrees de pastures, es va anar dipositant en la terrassa fluvial.
- Encara que també amb valors molt baixos, en la terrassa i en el nivell VII hi ha una major importància relativa de microrrestes que mostren una formació dels estrats més pausada i relacionada amb aquestes avingudes d'aigua.
- En el nivell VII, i fins el IV hi ha una presència significativa de ceràmica caracteritzada per acanaladures i perfils carenats, que permet contextualitzar el moment de l'abandonament del poblat durant el bronze final. En aquests nivells també es van documentar objectes metàl·lics de bronze d'ús ornamental i restes de fosa. També es troben moltes cendres, i carbons relacionats amb l'estructura de fusta carbonitzada en el nivell IVa. Aquesta estructura es va cremar, i va caure o la van dipositar al fons del fossat. De fet, és fins al nivell IVa on s'han analitzat alguns NPP relacionats amb l'erosió i la sedimentació ràpida. Per altra banda, la major absència de palinomorfs en l'estrat IV i IVa es relaciona amb l'acció del foc, al rebliment antròpic, a l'amortització de materials ceràmics i de fauna, etc.

Aquesta dades estarien doncs en consonància a la hipòtesis de que el nivell VII correspondria a l'ús del poblat i del fossat, i que els nivells IV i IVa correspondrien a l'amortització un cop s'abandona l'estructura.

Els resultats de l'anàlisi pol·línic a nivell ambiental, com hem dit abans, són molt pobres, i no permeten realitzar interpretacions paleoecològiques. No obstant això, alguns dels taxons analitzats en l'anàlisi pol·línica corresponen exactament amb els taxons identificats de La Dou-2 i La Serra de l'anàlisi realitzat per Isabel Expósito i Francesc Burjachs. A més, Burjachs realitza una interpretació del paleoambient a la Vall d'en Bas durant el bronze final que correspon també amb algunes de les espècies

arbòries, arbustives i herbàcies analitzades en aquest treball. Si bé no podem realitzar una interpretació global a nivell ambiental, els resultats de l'anàlisi segueixen la línia interpretativa realitzada per Burjachs.

A nivell tafonòmic, relacionant-ho amb els estudis d'Isabel Expósito i Francesc Burjachs realitzats a La Dou-2 i a La Serra, podem veure que en els sediments d'on s'ha extret el pol·len del bronze final tenen unes mateixes característiques, les quals o no permeten la preservació del pol·len, o bé l'existència de grans de pol·len en aquest moment cronològic és molt pobre. Seguint aquesta qüestió, Expósito i Burjachs proposen una interpretació de sedimentació ràpida en els dipòsits analitzats, i per altra banda, ho relacionen amb episodis de riuades, o fins i tot es podria plantejar l'esterilitat del sediment en relació a algun episodi de caràcter catastròfic com una erupció volcànica o terratrèmol, la qual cosa no seria estranya atès que els jaciments es troben en una zona volcànica. En relació a aquest aspecte, cal remarcar que tant l'homogeneïtat del material arqueològic com les característiques dels sediments apunten també cap a un rebliment realitzat en un espai curt de temps, registrant-se un número significatiu d'elements que remunten, fet que demostra un elevat grau d'integritat del conjunt. La caiguda de la palissada cremada i la presència important de residus de combustió i de varis elements relacionats amb la construcció termoalterats també donen suport a la possible existència d'un incendi. L'abandonament del poblat o de l'estructura en particular hauria doncs pogut estar provocada o condicionada per algun esdeveniment sobtat d'índole natural.

Una altra possibilitat és que l'incendi de la palissada s'hagués realitzat per a amortitzar l'estructura, així, d'aquesta forma també s'explica l'amortització del material trobat en el fossat.

Tot i la falta de moment d'estructures arqueològiques que directament permetin incidir en les característiques d'un possible poblat d'aquesta cronologia en aquesta àrea, el contingut del fossat demostra la seva existència. Tanmateix, la funció d'un fossat, així com de la muralla, és protegir un espai habitat, per tant, no s'entén la funció d'un fossat i una muralla aïllada sense cap element a protegir i/o a delimitar.

Els resultats obtinguts a partir de les anàlisis pol·líniques evidencien que el fossat s'hauria reomplert probablement de manera ràpida. La correlació positiva observada entre les dades pol·líniques del sondeig DOU-2, la Serra i el fossat analitzat en aquest treball avalen també aquesta hipòtesi, demostrant que aquests possibles

esdeveniments naturals que haurien donat com a resultat forts episodis de sedimentació amb incendis i riudes haurien afectat una àrea extensa de la Vall d'en Bas.

6. CONCLUSIONS

L'aplicació de les anàlisis pol·líniques no solament permet conèixer les condicions mediambientals dels jaciments arqueològics sinó, que també, permet realitzar una aproximació a altres qüestions relacionades amb problemàtiques no mediambientals. L'objectiu fixat en aquest treball és intentar aproximar-se a les condicions de rebliment de les estructures arqueològiques a partir de l'aplicació de les anàlisis pol·líniques. L'estructura analitzada ha estat el fossat del jaciment de la Dou, localitzat a Sant Esteve d'en Bas (La Garrotxa), i es tracta de l'únic fossat del bronze final en el nord-est peninsular.

Com s'ha exposat en diverses ocasions en aquest treball, l'arqueopalinologia no solament es basa en l'estudi dels grans de pol·len i espores, sinó que també analitza els palinomorfs no pol·línics. Són precisament aquests NPP els que han aportat informació més interessant i rellevant per a l'estudi de la problemàtica plantejada en aquest treball.

Una vegada documentada la mala preservació dels palinomorfs. Es va orientar el treball cap a conèixer la causa o causes d'aquesta mala preservació, essent possible proposar tres factors com a causals:


1. Un dels principals factors de la poca presència de pòl·lens és el rebliment ràpid del fossat. El pol·len no va tenir temps a dipositar-se en el sòl de l'estructura ja que el rebliment es va realitzar en un lapse temporal molt curt.
2. Per altra banda, l'existència de nivells de capes de cendra i carbons mostra que la preservació dels palinomorfs és molt difícil, atès que la oxidació que provoca el foc no permet la conservació d'aquests (Alonso *et al.*, 2003).
3. Per últim, a falta encara de la realització d'estudis edàfics, s'ha de contemplar la possibilitat de que la mala conservació derivi de la pròpia qualitat del sòl.

En base a aquestes consideracions i a partir de totes les dades exposades al llarg del treball, es proposa que la dinàmica de rebliment del fossat de la Dou fos la següent:

En algun moment del bronze final, l'estructura defensiva va deixar de realitzar el seu ús, i en aquest moment es va començar a utilitzar com a abocador atès que es va reomplir de diferents materials arqueològics com materials ceràmics, estructures de fusta carbonitzades, materials metàl·lics i restes faunístiques. Amb l'abandonament del fossat, l'estructura va patir diferents processos d'erosió i sedimentació, probablement relacionades amb l'aigua, ja fossin tempestes, riuades, o moviments de terres que van acabar per segellar l'estructura.

En conclusió, a nivell metodològic, s'ha vist com l'aplicació de les anàlisis pol·líniques a l'hora d'abordar la qüestió de la dinàmica de rebliment de les estructures arqueològiques ha donat uns resultats molt positius. Per tant, en aquest treball s'ha vist l'aplicació pràctica de la palinologia a l'hora d'abordar temes relacionats no solament amb qüestions paleoambientals.

7. ANNEX

 <p>IPHES Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social</p>		<p>Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social (Fundació IPHES) C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43003 Tarragona, Catalunya, ESPAÑA Tel. (+34) 977 94 30 03 e-mail tècnica d'enllaç: isaeba@prehistoria.urv.es</p>	<p>PALINOLOGIA</p>
		<p>Fulla n°: 8</p>	
<p>Sondeig: DOU'13</p>	<p>Maniobra: Sector M nivell III Secuó e-o(s)</p>		<p>Fondària:</p>


Cronologia:	Tipus mostra:
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:

Tècnic: Sandra Picant		Tanda de tractament: 15	
Data tractament	Inici:	Final:	
Pes mostra: 16,09	Pes residu tamis: 0,01	Pes: 16,08	
Reacció HCL: -		Reacció KOH: 2r-er	
Temps HF: 1h			
Glicerina adicionada: 100 µl		Volum recollit: 94 µl	
Descripció sediment:			
Descripció residu tamis:			
Observacions:			

Analista:		
Data anàlisi	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular:	Objectiu: 60	
Volum muntat: 94 µl	Línies llegides: 155 - 134 21	
Observacions:		

linies: A0, A1, A2, B1, A4, A5, A6, A7,

linies:	mostra:
<i>Pinus</i>	Cyperaceae
	<i>Typha-Sparganium</i>
floriadors pi	<i>Typha</i>
cf <i>Juniperus</i>	<i>Myriophyllum</i>
<i>Quercus</i> cad.	
<i>Quercus il-cocc.</i>	monoletes
<i>Betula</i>	triletes
<i>Corylus</i>	
<i>Alnus</i>	
	tipus 303
	<i>Pseudoschizaea</i>
	protistes μm
	<i>Glaeotrichia</i>
<i>Erica</i>	
Cistaceae	
<i>Ephedra</i>	hiphae
	<i>Polyasporites</i>
	<i>Polyasporites</i>
	<i>Glomus</i>
Poaceae	<i>r. vulgata</i>
Cerealia	
Asteraceae tub.	
Asteraceae lig.	
<i>Artemisia</i>	
Chenopodiaceae	tipus 52
<i>Plantago</i>	tipus 36
Apiaceae	tipus 36c
	zoo(varia)
	charcoal (1 linia)
	exclosos
	indeterminables
	AP
	NAP
	total POL·LEN
	NPP
	POL·LEN + NPP

 IPHES <small>Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social</small>	<small>Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (Fundació IPHES) C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43003 Tarragona, Catalunya, ESPAÑA Tel. (+34) 977 94 30 03 e-mail tècnica d'enllaç: isacba@prehistoria.urv.es</small>	PALINOLOGIA
		Fulla n°: 128 (bis)
Sondeig: DON 113	Maniobra: Sector M nivell III Càlid e-o (s)	Fondària:


Cronologia:	Tipus mostra: 2
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:

Tècnic: Sandra Picart	Tanda de tractament: 23	
Data tractament	Inici:	Final:
Pes mostra: 15,39	Pes residu tamis: 0,02	Pes: 15,37
Reacció HCL:	Reacció KOH: +1	
Temps HF:		
Glicerina adicionada: 100	Volum recollit: 100	
Descripció sediment:		
Descripció residu tamis: Sarrocs, gravetes		
Observacions:		

Analista:		
Data anàlisi	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular: 10	Objectiu: 110	
Volum muntat: 100	Línies llegides: 156-135 21.	
Observacions:		

linies: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18,

linies:	mostra:
<i>Pinus</i>	Cyperaceae
	<i>Typha-Spartanium</i>
	<i>Typha</i>
	<i>Myriophyllum</i>
	monoteles
	triletes
	tipus 303
	<i>Pseudoschizaea</i> III
	protistes III
	<i>Gloeotrichia</i>
<i>Erica</i>	
Cistaceae	
<i>Ephedra</i>	
	hiphae
	<i>Polydorasporites</i>
	<i>Polydorasporites</i>
	<i>Glomus</i>
Poaceae	<i>rivulosa</i> III
Cerealia	
Asteraceae tub.	
Asteraceae lig.	
<i>Artemisia</i>	
Chenopodiaceae)	tipus 52 II
<i>Plantago</i>	tipus 36
Apiaceae	tipus 36c
	zoo(varia)
	charcoal (I linia)
	exclusos
	indeterminables
	AP
	NAP
	total POL·LEN
	NPP
	POL·LEN + NPP

 <p>IPHES Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43003 Tarragona, Catalunya, ESPAÑA Tel. (+34) 977 94 30 03 e-mail tècnica d'enllaç: isaeba@prehistoria.urv.es</p>	PALINOLOGIA	
	Fulla n°: 14	
Sondeig: 00113	Maniobra: Sector M Nivell IV Secus e-o (1)	Fondària:

Cronologia: 5	Tipus mostra:
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:


Tècnic: Sandra Picant		Tanda de tractament: 9	
Data tractament	Inici:	Final:	
Pes mostra: 15,67	Pes residu tamis: —	Pes: 15,67	
Reacció HCL:		Reacció KOH: + 2 rex	
Temps HF: 1h			
Glicerina adicionada: 100µl		Volum recollit: 112µl	
Descripció sediment:			
Descripció residu tamis: No ha quedat residu			
Observacions:			

Analista:		
Data anàlisi	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular: 10	Objectiu: 40	
Volum muntat: 112µl	Línies lligides: 153-145 12 mm	
Observacions:		

linies: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

linies:	mostra:
<i>Pinus</i>	Cyperaceae
	<i>Typha-Sparganium</i>
flotadors pi	<i>Typha</i>
cf <i>Juniperus</i>	<i>Myriophyllum</i>
<i>Quercus</i> cad.	monoteles
<i>Quercus il-cocc.</i>	triletes
<i>Betula</i>	
<i>Corylus</i>	
<i>Alnus</i>	
	tipus 303
	<i>Pseudoschizaea</i>
	protistes
	<i>Gloeotrichia</i>
<i>Erica</i>	
Cistaceae	
<i>Ephedra</i>	hiphae
	<i>Polydasporites</i>
	<i>Polysporites</i>
	<i>Glomus</i>
Poaceae	
Cerealia	
Asteraceae tub.	
Asteraceae lig.	
<i>Artemisia</i>	
Chenopodiaceae	tipus 52
<i>Plantago</i>	tipus 36
Apiaceae	tipus 36c
	zoo(varia)
	charcoal (1 linia)
	exclosos
	indeterminables
	AP
	NAP
	total POL-LEN
	NPP
	POL-LEN + NPP

Res de pollen...

 <p>IPHES Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social</p>	<p>Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (Fundació IPHES) C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43003 Tarragona, Catalunya, ESPAÑA Tel. (+34) 977 94 30 03 e-mail tècnica d'enllaç: isaeba@prehistoria.urv.es</p>	PALINOLOGIA
		Fulla n°: 178
Sondeig: Duv'13	Maniobra: Sector A Nivell IV secció 2-0 (1)	Fondària:


Cronologia:	Tipus mostra:
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:

Tècnic: Sandra Picat		Tanda de tractament: 6	
Data tractament	Inici:	Final:	
Pes mostra: 15,08	Pes residu tamis: -	Pes: 15,08	
Reacció HCL: -		Reacció KOH: 3er.	
Temps HF: 1,32h			
Glicerina adicionada: 100ml		Volum recollit: 128ml	
Descripció sediment:			
Descripció residu tamis: Sorretes no amba al pes necessari (n.º guardat)			
Observacions:			

Analista:		
Data anàlisi	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular: 10	Objectiu: 40	
Volum muntat: 128ml	Línies llegides: 160-135 25mm	
Observacions:		

linies: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 x

linies: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 x		mostra:
Pinus II	Cyperaceae	
	Typha-Sparganium	
	Typha	
	Myriophyllum	
	monoletes	
	triletes I	
	tipus 303	
	Pseudoschizaea	IIII
	protistes	IIII
	Glaeotrichia	
	hiphae II	
	Polydasporites	
	Polyporisporites	
	Glomus	
Poaceae		
Cerealia	Indet Foro	IIII
Asteraceae tub. I (Cirsium type)	rivalens	IIII
Asteraceae lig.	dyschysaria	I
Artemisia		
Chenopodiaceae		
Plantago	tipus 52	IIII
Apiaceae	tipus 36 a	I
	tipus 36c	paraels bolca = scledant
	zoo(varia)	
	charcoal (1 linia)	
	exclosos	
	indeterminables	
	AP	
	NAP	
	total POL-LEN	
	NPP	
	POL-LEN + NPP	

 <p>IPHES Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social</p>	<p>Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (Fundació IPHES) C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43003 Tarragona, Catalunya, ESPAÑA Tel. (+34) 977 94 30 03 e-mail tècnica d'enllaç: isaeba@prehistoria.urv.es</p>	PALINOLOGIA
		Fulla nº: 19
Sondeig: dov '13	Maniobra: sector IV Nivell IVa secuè e-o esl	Fondària:


Cronologia:	Tipus mostra:
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:

Tècnic: Sandra Picat		Tanda de tractament: 4	
Data tractament	Inici:	Final:	
Pes mostra: 16,08	Pes residu tamis: 9,02	Pes: 16,06	
Reacció HCL: -		Reacció KOH: a 2 r ex.	
Temps HF: 1,30h			
Glicerina adicionada: 100 µl		Volum recollit: 136 µl	
Descripció sediment:			
Descripció residu tamís: Sorrete			
Observacions:			

Analista:		
Data anàlisis	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular:	Objectiu:	
Volum muntat: 136 µl	Línies llegides: 163-134 (29 mm)	
Observacions:		

40X ~~60X~~ 60 60 60 60 60 60
 lines: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,

mostra:[illegible]

 <p>IPHES Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social</p>	<p>Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social (Fundació IPHES) C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43003 Tarragona, Catalunya, ESPAÑA Tel. (+34) 977 94 30 03 e-mail tècnica d'enllaç: isacha@prehistoria.urv.es</p>	PALINOLOGIA
		Fulla n°: 20
Sondeig: Dou 13	Maniobra: sector M. Nivell IVa secció e-o C3	Fondària:

Cronologia:	Tipus mostra:
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:

Tècnic: Sandra Picat		Tanda de tractament: 3	
Data tractament	Inici:	Final:	
Pes mostra: 16,54	Pes residu tamis: —	Pes: 16,54	
Reacció HCL: —		Reacció KOH: 3 r.e.x.	
Temps HF: 1,30h			
Glicerina adicionada: 300 µl		Volum recollit: 356 µl	
Descripció sediment:			
Descripció residu tamís: Residu fosc, en carbó, resta en sorra.			
Observacions:			

Analista:		
Data anàlisi	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular:	Objectiu:	
Volum muntat: 100 µl	Línies llegides: 155-138 (28 mm)	
Observacions:		



Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (Fundació IPHES)
C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3)
43003 Tarragona, Catalunya, ESPANA
Tel. (+34) 977 94 30 03
e-mail tècnica d'enllaç: isaeba@prehistoria.urv.es

PALINOLOGIA

Fulla n°: V. VII
21.

Sondeig: DOU'13

Maniobra: Sector M Nivell VIII
secció e-o(s)

Fondària:

Cronologia:	Tipus mostra:
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:

Tècnic: Sandra Picant		Tanda de tractament: 2	
Data tractament	Inici:	Final:	
Pes mostra: 16,49	Pes residu tamis: —		Pes: 16,49
Reacció H Cl: +		Reacció K OH: 2 rentats extrems	
Temps HF: 1,30h			
Glicerina adicionada: 100 µl		Volum recollit: 102 µl	
Descripció residu tamis:			

Observacions:


Sonetes, no arriba al pes mínim (no es guarda residu)

Analista:		
Data anàlisis	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular:	Objectiu:	
Volum muntat: 102 µl	Línies llegides: 128 min.	
Observacions:		

60 x 40 x
 limites: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

mostra:

<i>Pinus</i>		Cyperaceae	
		<i>Typha-Sparganium</i>	
		<i>Typha</i>	
		<i>Myriophyllum</i>	
		monoletes	
		triletes	
		tipus 303	
		<i>Pseudoschizaea</i>	
		protistes	
		<i>Gloeotrichia</i>	
<i>Erica</i>			
Cistaceae			
<i>Ephedra</i>		hiphae	
		<i>Polydorasporites</i>	
		<i>Polydorasporites</i>	
		<i>Glomus</i>	
Poaceae			
Cerealia		<i>ruvelaria</i>	
Asteraceae tub.		<i>dichyosonides (tong)</i>	
Asteraceae lig.		Tipus 1216 (seae alyria)	
<i>Artemisia</i>			
Chenopodiaceae			
<i>Plantago</i>		tipus 52 (p2h)	
Apiaceae		tipus 36 (Hdu-36a)	
		tipus 36c	
		zoo(varia)	
		charcoal (1 linia)	
		exclusos	
		indeterminables	
		AP	
		NAP	
		total POL-LEN	
		NPP	
		POL-LEN + NPP	

 <p>IPHES Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social</p>	<p>Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social (Fundació IPHES) C/ Marcel·lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43003 Tarragona, Catalunya, ESPANA Tel. (+34) 977 94 30 03 e-mail tècnica d'enllaç: isaeba@prehistoria.urv.es</p>	<p>PALINOLOGIA</p>
	<p>Sondeig: DOV'13</p>	<p>Maniobra: Sector M Nivell VIII secció e-o (1)</p>
		<p>Fondària:</p>

Cronologia:	Tipus mostra:
Data embalatge:	Tipus d'embalatge:

Tècnic: Sandra Picat		Tanda de tractament: 1	
Data tractament	Inici:	Final:	
Pes mostra: 16,00	Pes residu tamis: 0,03	Pes: 15,97	
Reacció HCL: —		Reacció KOH: 2 rentats extra	
Temps HF: 1,30h.			
Glicerina adicionada: 100ml		Volum recollit: 147ml	
Descripció sediment:			
Descripció residu tamis:			
Sorres, alguna graveta, sense carbons			
Observacions:			

Analista:		
Data anàlisi	Inici:	Final:
Microscopi:		
Ocular:	Objectiu:	
Volum muntat: 147ml	Línies llegides:	
Observacions:		

Línies comptades: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100
 Mostra: 22 (V11)

Pinus		Cyperaceae	
		Typha-Sparganium	
		Typha	
		Myriophyllum	
		monoletes	
		triletes	
		tipus 303	
		Pseudoschizaea	
		protistes	
		Gloeotrichia	
Erica			
Cistaceae			
Ephedra			
		hiphae	
		Polydorsporites	
		Polydorsporites	
		Glomus	
Poaceae			
Cerealia			
Asteraceae tub.			
Asteraceae lig.			
Artemisia			
Am-Chenopod.			
Plantago			
Apiaceae			
		pels (type 52)	
		zoorestes	
		charcoal	
		indeterminables	
		AP	
		NAP	
		total POLEN	
		NPP	
		POLEN + NPP	

8. ÍNDIX DE TAULES I FIGURES

Figura 1. J. Danés al costat del menhir de Santa Pau (1932 o 1933) (Alcalde, 2008)

Figura 2. Treballs d'excavació al jaciment de Codella a l'any 2004 (Alcalde *et al.*, 2009)

Figura 3. Localització del municipi de Sant Esteve d'En Bas. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya

Figura 4. Camp de la Dou. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya

Figura 5. Sectors intervinguts del jaciment de la Dou. El fossat es localitza en els sectors I, K i M

Figura 6.. Exemple de les estructures de combustió documentades al jaciment de la Dou

Figura 7. (a,b). Localització de les dues àrees intervingudes a la campanya del 2010 en relació a les anomalies que mostra la prospecció magnètica realitzada el 2009.

Figura 8. Resultats de la prospecció amb georadar

Figura 9. Treballs d'excavació del 2010 en el sector I

Figura 10. Secció est-oest amb l'estratigrafia del Sector M, excavat el 2013

Figura 11. Fustes carbonitzades del nivell IVa

Figura 12. Fragments de ceràmica recuperats durant la campanya del 2013

Figura 13. Mapa amb la localització dels principals jaciments amb fossats defensius durant la protohistòria al sud est de França (Beylier, 2011).

Figura 14. Perfils dels fossats de Carsac durant el Bronze final IIIb i la primera edat de ferro (Guilaine *et al.*, 1986; Carozza, Burens 1995)

Figura 15. Vista del fossat del Cabezo de la Cruz (Rodanés *et al.*, 2011)

Figura 16. Fortalesa dels Vilars

Figura 17. Localització del dipòsit del Pla de l'Estany

Figura 18. El pol·len s'origina en l'antera de l'estam de la flor

Figura 19. Perfil mostrejat

Figura 20. Recollida de les mostres de sediment en el mostreig

Figura 21. Gots de precipitats amb el sediment prèviament pesat i afegint-hi progressivament àcid clorhídric.

Figura 22. Tamisat del sediment lliure de carbonats

Figura 23. Cicle de rentats

Figura 24. Tubs al bany maria durant 10 minuts

Figura 25. Fibra de vidre amb les restes que queden del procés

Figura 26. Muntatge de les mostres

Figura 27. Fulla d'*Excel* amb les dades

Figura 28. Programa *Tilia*

Figura 29. Diagrama pol·línic de les mostres extreïdes del perfil del fossat expressats en concentració pol·línica: grans/g i NPP/g

Figura 30. Pol·len de *Chenopodiaceae*

Figura 31. *HdV-128b*

Figura 32. *Pseudoschizaea*

Figura 33. Pol·len de *Corylus*

Figura 34. Pol·len de *Pinus*

Figura 35. Pol·len de *Phillyrea*

Figura 36. *Phragmospores*

Figura 37. *Dyctioconidies TM.329*

Figura 38. *Hiphae*

Figura 39. *protista*

Taula 1. Dacions absolutes obtingudes pel jaciment de la Dou

Taula 2. Taula amb la descripció de cada nivell, dels pòl·lens i dels NPP

Taula 3. Taula amb els resultats de la variabilitat taxonòmica, suma pol·línica i concentració pol·línica de cada mostra

9. BIBLIOGRAFIA

ALCALDE, G.; BURJACHS, F. (1991) Els primers mil·lennis. *Quaderns d'Història d'Olot*, 2.

ALCALDE, G.; COLOMINAS, L.; DE HARO, S.; LLADÓ, E.; MARTÍN, P.; SAÑA, M.; TORNERO, C. (2006) Dinámica de asentamiento en la zona volcánica de la Garrotxa (Catalunya) durante el neolítico antiguo en *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, 2006.

ALCALDE, G.; COLOMINAS, C.; LLADÓ, E.; SAÑA, M.; TORNERO, C.; VALENZUELA, A. Memòria de les intervencions arqueològiques realitzades al jaciment de la Dou (Sant Esteve d'en Bas) anys 2005-2008

ALCALDE, G. (2008) La Recerca arqueològica a la Garrotxa en: *Història de la Garrotxa*. Girona, 2008.

ALCALDE, G.; SAÑA, M.; NOVELLA, V.; REVELLES, J.; VILA, O.; PONS, E. Memoria de les intervencions arqueològiques realitzades al jaciment de la Dou (Sant Esteve d'en Bas) anys 2009-2011

ALCALDE, G.; SAÑA, M.; BURCH, J.; BURJACHS, F.; COLOMINAS, L.; FOLCH, C.; GIBERT, J.; GUÀRDIA, J.; HARZBECHER, K.; LLADÓ, E.; PLANAGUMÀ, L.; PUIGURIGUER, M.; TORNERO, C.; VALENZUELA, A. (2009) Sis mil anys vivint a la vora dels aiguamolls de la Vall d'en Bas. *Amics de Besalú i el seu Comtat. Centre d'Estudis*

ALCALDE, G.; COLOMINAS, L.; NAVARRETE, V.; PONS, E.; REVELLES, J.; ROSILLO, R.; SALA, R.; SAÑA, M.; TORNERO, C.; VILA, O. (2014) Intervencions arqueològiques al jaciment de la Dou 2012-2013 (Sant Esteve d'en Bas, la Garrotxa) en XII Jornades d'Arqueologia de les Comarques de Girona, Besalú

BARTOLOMÉ *ET AL.* (2002) Aerobiologia y pol·linosis en Castilla y León. *Junta de Castilla y León*

BERROCAL, L. (2004). La defensa de la comunidad: sobre las funciones emblemáticas de las murallas protohistóricas en la Península Ibérica. *Gladius* XXIV, 27-98

BEYLIER, A. (2001). Les fossés defensifs en Gaule méditerranéenne protohistorique (IXe-IIx s. Av. N. Ère): formes et fonctions. *Revista d'Arqueologia de Ponent*. Universitat de Lleida, 212, 253-274

BURJACHS, F. (1992) Paleobotánica y anàlisis polínico. *Ciències, metodologies y tècniques aplicades a la arqueologia*, 31-46

BURJACHS, F. (1994) Palynology of the upper pleistocene and holocene of the north-east Iberian Peninsula: Pla de l'Estany (Catalonia). *Historical Biology*, 9, 17-33

BURJACHS, F.; LÓPEZ-SÁEZ, J.; IRIARTE, M. (2013) Metodologia arqueopalinològica en *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental*, 2013.

BURJACHS, F. (2006) Palinología y restitución paleoecológica. *Ecosistemas*, 15, 7-16

BURJACHS, F. (2009) La vegetació i el clima a la vall d'en Bas a l'entorn del 930 abans de la nostra era en: ALCALDE *et al.*, Sis mil anys vivint a la vora dels aiguamolls de la vall d'en Bas, 2009

BUXÓ, R. (1997) Arqueología de las plantas. *Crítica*, Barcelona

CAROZZA, L.; BURENS, A. (2000) Les habitats du Bronze final de Portal Vielh à Vendres (Hérault). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 97, 4, 573-581

CARRIÓN, J.; FERNÁNDEZ, S.; GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P.; LEROY, S.; BAILEY, G.; LÓPEZ-SÁEZ, J.; BURJACHS, F.; GIL-ROMERA, G.; GARCÍA-ANTÓN, M.; GIL-GARCÍA, M.; PARRA, I.; SANTOS, L.; LÓPEZ-GARCÍA, P.; YLL, E.; DUPRÉ, M. (2009) Quaternary pollen analysis in the Iberian Peninsula: the value of negative results. *Internet archaeology*, 25

CHAPA, T.; PEREIRA, J.; CABRERA, A.; CHARRO, C.; MORENO-GARCÍA, M.; RUIZ, M.; PÉREZ, S.; LÓPEZ-SÁEZ, J.; ARAUJO, R. (2013) Una fosa-vertedero de época vetona en el Cerro de la Mesa (Alcolea de Tajo, Toledo). *Trabajos de prehistòria*, 70, 1, 2013, 140-165

COE, M. (1998) Enciclopèdia temàtica Oxford. Món natural. Barcelona

COOK, J.; VAN GEEL, B.; VAN DER KAARS, S.; VAN ARKEL, J. (2011) A review of the use of non-pollen palynomorphs in palaeoecology with examples from Australia. *Palynology*, 35, 2, 155-178

CUGNY, C. (2011) Apports des microfossiles non-polliniques à l'histoire du pastoralisme le versant nord pyrénéen. Université Toulouse 2 Le Mirail

DANÉS, J. (1934) El cor de la Garrotxa. La cova dels Ermitons i la cova del Bisbe. *Butlletí del Centre Excursionista de Catalunya*, 472, 339-343

DEMSKE, D.; TARASOV, P.; NAKAGAWA, T.; SUIGETSU 2006 PROJECT MEMBERS. (2013) Atlas of pollen, spores and further non-pollen palynomorphs recorded in the glacial-interglacial late Quaternary sediments of Lake Suigetsu, central Japan. *Quaternary International* 290-291, 164-238

DIVERSOS AUTORS. (2008) Història de la Garrotxa. Diputació de Girona, 2008

EXPÓSITO, I.; BURJACHS, F. (2007) Anàlisi palinològica dels jaciments de La Dou-2, La Dou i La Serra (Vall d'en Bas, la Garrotxa). Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social

GAILLED RAT, E.; BOISSON, G.; POUPET, P. (2006-2007) Le Traversant à Mailhac (Aude): un habitat de plaine du Bronze final IIIb et du premier âge du Fer. *Documents d'Archéologie méridionale*, 29-30, 19-74

GAILLED RAT, E.; JANIN, T. (2013). Les fortifications préromaines en France méridionale. *Documents d'archéologie méridionale* [En ligne], 32 | 2009, mis en ligne le 19 septembre 2013, consulté le 22 avril 2014. URL : <http://dam.revues.org/1895>

GASCÓ, J. (1989) Habitats et structures domestiques en Languedoc méditerranéen durant l'Age du bronze final en: *Colloque International: Habitats et structures domestiques en: Colloque International: Habitats et structures domestiques en Méditerranée occidentale durant la Protohistoire*. Arles, 1989.

GASCÓ, J. (2001) Exemples d'organisation spatiale du peuplement à la fin de la préhistoire récente: le Languedoc occidental. *Sud-ouest Europeen*, 11, 43-57

GASCO, J. (2009) La question actuelle des fortifications de la fin de l'Age du Bronze et du début de l'âge du Fer dans le Midi de la France. *Documents d'Arqueologie Méridionale* 32, 17-32

GOEURY, C.; BEAULIEU, J. (1979) À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, XXI, 1-2, 239-251

GÓMEZ GONZÁLEZ, C.; RUÍZ ZAPATA, M.; LÓPEZ SÁEZ, J. (2009) Algunos palinomorfos polínicos y no polínicos como indicadores de antropización: un ejemplo. *I+D*, 8, 1, 2-7

GONZÁLEZ, J.; MEDINA, J. (2011) El fossat de Carrassumada (Torres de Segre, Segrià, Lleida). *Revista d'Arqueologia de Ponent*. Universitat de Lleida, 21, 129-140

GRIMM, E. (2013) TILIA (consultat l'11 de juny de 2014), des de <http://www.neotomadb.org/data/category/tilia>

GUILAINE, J.; RANCOULE, G.; VAQUER, J.; PASSELAC, M.; VIGNE, J. (1986) Carsac. Une agglomération protohistòriques en Languedoc. *Centre d'Anthropologie des Sociétés Rurales*, 302

JUNYENT, E.; MOYA, A. (2011) Els fossats de la fortalesa dels Vilars d'Arbeca (Catalunya, Espanya). *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 21, 93-120

KAAL, J.; CRIADO-BOADO, F.; COSTA-CASAS, M.; LÓPEZ-SÁEZ, J.; LÓPEZ-MERINO, L.; MIGHALL, T.; CARRIÓN, Y.; SILVA SÁNCHEZ, N.; MARTÍNEZ CORTIZAS, A. Prehistoric land use at an archaeological hot-spot (the rock art park of Campo Lameiro, NW Spain) inferred from charcoal, synanthropic pollen and non-pollen palynomorph proxies. *Journal of Archaeological Science* 40 (2013) 1518-1527

LAINE, A.; GAUTHIER, E.; GARCIA, J-P.; PETIT, C.; CRUZ, F.; RICHARD, H. (2010) A three-thousand-year history of vegetation and human impact in Burgundy (France) reconstructed from pollen and non-pollen palynomorphs analysis. *Académie des sciences*, 333

LEBRETON, V.; MESSEGER, E.; MARQUER, L.; RENAULT-MISKOVSKY, J. (2010) A neotaphonomic experiment in pollen oxidation and its implications for archaeopalynology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 29-38

LIMAYE, R.; KUMARAN, K.; NAIR, K.; PADMALAL, D. (2007) Non-pollen palynomorphs as potential palaeoenvironmental indicators in the Late Quaternary sediments of the west coast of India. *Current Science*, 92, 10

LOCATELLI, E. (2011) Tilia help manual (consultat l'11 de juny de 2014) http://museum.state.il.us/pub/grimm/tilia/Help%20files/Locatelli_Tilia_Guide.pdf

LÓPEZ SÁEZ, J.; LÓPEZ GARCIA, P.; BURJACHS, F. (2003).
Arqueopalinología: síntesis crítica. *Pol-len*, 12, 5-35

LÓPEZ SÁEZ, J.; BURJACHS, F.; LÓPEZ GARCÍA, P.; LÓPEZ MERINO, L.
(2006) Algunas precisiones sobre el muestreo e interpretación de los datos en
arqueopalinología. *Polen*, 15, 17-29

LÓPEZ SÁEZ, J. (2011) Análisis palinológicos en el poblado calcolítico de
Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid) en BLASCO, C.; LIESAU,
C.; RÍOS, P. *Yacimientos calcolíticos con campaniforme de la región de Madrid*, 2011

LÓPEZ SÁEZ, J.; IRIARTE-CHIAPUSSO, M.; BURJACHS, F. (2013)
Arqueopalinología en: GARCÍA, M.; ZAPATA, L. *Métodos y técnicas de análisis y
estudio en arqueología prehistórica. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos
humanos*, 2013.

LOUIS, M.; TAFFANEL, O. (1955-1958) Le premier âge du Fer languedocien.
1ère partie: *Les habitats*; 2ème partie: *Les nécropoles*, Bordighera-Montpellier

LUCENA, A.; MARTÍNEZ, R. (2004) *constructores* de fosos, campos de silos y
fondos de cabañana del sur de la Península Ibérica. Reflexiones en torno a su vida y su
muerte. *Historiae I*, 16-35

MARTÍN-CONSUEGRA, E. (1996). Arqueopalinología y etnobotánica.
Monografías Jardín Botánico Córdoba, 3, 23-31

MEDEANIC, S.; ZAMORA, N.; CORRÊA, I. (2008) Non-pollen palynomorphs
as environmental indicators in the surface samples from mangrove in Costa Rica.
Revista Geológica de América Central, 39, 27-51

MENOZZI, B.; ZOTTI, M.; MONTANARI, C. (2010) A non-pollen palynomorphs contribution to the local environmental history in the Ligurian Apennines: a preliminary study. *Vegetation History and Archaeobotany*. 19, 503-512

MIRET, J. (2014) Fosses, sitges i altres coses. Catàleg d'estructures prehistòriques d'Europa

MOLINA, E. (2002) Micropaleontología. *Colección Textos Docentes*, Madrid

MONTOYA, E.; RULL, V.; VAN GEEL, B. Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 297 (2010) 169-183

MOORE, P.; WEBB, J.; COLLINSON, M. (1991) Pollen analysis. Blackwell Science Inc

MORET, P. (2000-2001) Emporion et les mutations de l'architecture ibérique au premier Âge du Fer. *Zephyrus*, 53-54: 379-391.

PANTALEÓN, J.; YLL, R.; PÉREZ OBIOL, R.; ROURE, J. (1996) Las concentraciones polínicas en medias semiáridos. Su importancia en la interpretación de la evolución del paisaje en: RAMILREGO, P.; FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C.; RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, 215-226

PONS (1994) L'hàbitat a Catalunya durant el primer mil·lenni aC: els precedents de l'habitació consolidada. *Cota zero*, 10, 9-18

PONS, E.; MAYA, J.L.; BUXÓ, R. (1989) Hábitat y estructuras domésticas durante el final de la Edad del Bronce en el Norte y Oeste de Cataluña en: *Colloque International: Habitats et structures domestiques en Méditerranée occidentale durant la Protohistoire*. Arles, 1989.

PONS, E. (2003). De l'edat del bronze a l'edat del ferro a Catalunya: desplaçaments, estades i canvi cultural. *Cota Zero*. Vic, 18, 106-130

QUESADA SANZ, F. (2007). Asedio, sitio, asalto... Aspectos prácticos de la poliorcética en la Iberia prerromana. A: Berrocal-Rancel, L., Moret, P. (eds.). *Paisajes fortificados de la edad del hierro, Las murallas protohistóricas de la Meseta y la vertiente atlántica en su contexto europeo*. Real Academia de la Historia. Casa Velázquez. Madrid: 75-98.

REILLE, M. (1992) Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. *Marseille: Laboratoire de Botanique historique et Palynologie*

REVELLES, J. (2013) Arqueoecología, arqueobotánica y arqueopalinología: una relación dialéctica entre Sociedad y geosistema. en ALDEA, J.; LÓPEZ, C.; ORTEGA, P.; VICENTE, F. *Los lugares de la historia*. Salamanca, 2013

RODANÉS, J.; PICAZO, J.; PEÑA, J. (2011) El foso defensivo de la Primera Edad del Hierro del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza). *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 21, 211-220

SÁENZ, A. (2004) La poliorcética en el mundo antiguo. Universidad Complutense de Madrid, Madrid

SÁENZ LAÍN, C. (2004) Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 25, 93-112

SAÑA, M. (2004) La comarca de la garrotxa durant la revolució neolítica (5800 – 2800 cal aC). *Estudis Històrics de la Garrotxa*, 1, 7-31

SCOTT, L. (1992) Environmental Implications and Origin of Microscopic *Pseudoschizaea* Thiergart and Frantz ex R. Potonié emend. in sediments. *Journal of Biogeography*, 19, 4, 349-354

SERVERA, G.; PICORNELL, L. (2009-2010) L'arqueopalinologia i l'antracologia: dues disciplines per al coneixement de les relacions dels humans amb les

plantes en el passat. *Mayurqa: revista del Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts*, 33, 9-26

STRASSBURGER, E. (1994) Tratado de Botánica. *Omega*, Barcelona.

TANG L.; MAO L.; LÜ X.; MA Q.; ZHOU Z.; YANG C.; KONG Z. & BATTEN, D. Palaeoecological and palaeoenvironmental significance of some important spores and microa-algae in Quaternary deposits. *Chinese Science Bulletin*. 2013. Vol 58. Nº 25: 3125 – 3139

TRAVERSE, A. (2007) Production, Dispersal, Sedimentation and Taphonomy of Spores/Pollen in Relation to the Interpretation of Palynofloras. *Paleopalynology. Tòpics in Geobiology*, 28, 497-542

TRAVERSE, A. (2010) Sedimentation of Organic Particles. *Cambridge University Press*

VAN GEEL, B.; BOHNCKE, S.; DEE, H. (1981) A palaeoecological study of an Upper Late Glacial and Holocene sequence from “De Borchert”, The Netherlands. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 31, 367-448

VAQUER, J. (2011) Les enceintes à fossés du Néolithique, du Chalcolithique et du Bronze ancien dans la zone nord pyrénéenne. *Revista d'Arqueologia de Ponent*. Universitat de Lleida, 21, 233-255

WILLARD, D.; BERNHARDT, L.; WEIMER, L.; COOPER, S.; GAMEZ, D.; JENSEN, J. (2004) Atlas of Pollen and Spores of the Florida Everglades. *Palynology*, 28 175-277